ISSN 0181-1568

CRYPTOGAMIE

ALGOLOGIE

TOME 18 Fascicule 1 1997



PUBLICATION TRIMESTRIELLE

Février 1997

CRYPTOGAMIE

Algologie

ANCIENNE REVUE ALGOLOGIQUE
Fondée par P. Allorge et G. Hamel en 1922

Directeur de la publication : Dr Hélène Bischler-Causse
Rédaction : Dr Bruno de Reviers
Téléphone : 33 01 40 79 31 98
Télécopie : 33 01 40 79 35 94
Adresse électronique : reviers@mnhn.fr
Editeur : A.D.A.C. — 12, rue Buffon F-75005 Paris

COMITE DE LECTURE

MANUSCRITS

Les manuscrits doivent être adressés (en 3 exemplaires) à la Rédaction de ***Cryptogamie, Algologie***. L'avis du Comité de lecture sera requis avant accord pour publication. Bien que *Cryptogamie* soit une revue de langue française, les articles rédigés en anglais, en allemand, en espagnol et en italien, sont pris en considération dans la limite des possibilités de la rédaction à trouver des lecteurs compétents dans ces langues. Les disquettes de micro-ordinateurs (IBM, IBM compatible et Macintosh) sont vivement souhaitées. Les **instructions aux auteurs sont publiées dans le fascicule 1 de chaque tome**. Les auteurs recevront 25 tirés-à-part gratuits ; les exemplaires supplémentaires seront à leur charge.

TARIFS DES ABONNEMENTS Tome 18, 1997

CRYPTOGAMIE comprend trois sections : Algologie, Bryologie-Lichénologie, Mycologie.

Pour une section :	France : (350 FF ht) 357, 35 FF ttc	Etranger : 380,00 FF
Pour les 3 sections :	France : (950 FF ht) 970,00 FF ttc	Etranger : 1050,00 FF
	VAT registration number : FR29302655170	

Paiement par chèque bancaire ou postal à l'ordre de A.D.A.C. — CRYPTOGAMIE (CCP La Source 34 764 05 S), adressé à : A.D.A.C. 12, rue Buffon, F-75005 Paris.

Cryptogamie, Algologie est indexé par *Aquatic Sciences Fisheries Abstracts Part 1. Biological Abstracts, Chemical Abstracts, Current Contents, Marine Science Contents Tables (F. A. O.).* Publications bibliographiques du C.N.R.S. (Pascal).

Couverture : *Gymnogongrus crenulatus* (Turner) J. Agardh

CRYPTOGAMIE

ALGOLOGIE

TOME 18 FASCICULE 1 1997

CONTENTS



ACKNOWLEDGEMENT

The editor wish to thank the following colleagues for their kind assistance in acting as reviewer-experts for the tome 17 of the journal:

F. Ardré (Mrs) (Paris, France)
A. Asensi (Roscoff, France)
J. Cabioc'h (Mrs) (Roscoff, France)
P. Compère (Meise, Belgium)
M. Coste (Bordeaux, France)
A. Couté (Paris, France)
R. Delépine (Paris, France)
D. Garbary (Galway, Canada)
M. Guerlesquin (Mrs) (Angers, France)
M.-Th. L'Hardy-Halos (Mrs) (Le Mans, France)
L. Irvine (Mrs) (London, U.K.)
H.W. Johansen (Worcester, U.S.A.)
J.P. Kociolek (San Francisco, U.S.A.)
H. Lange-Bertalot (Frankfurt am Main, Germany)
R. Le Cohu (Toulouse, France)
A. Le Ridant (Neuilly, France)
C. Maggs (Mrs) (Belfast, Ireland)
F. Magne (Paris, France)
R. Moe (Berkeley, U.S.A.)
D.G. Müller (Konstanz, Germany)
P.M. Pedersen (Copenhagen, Denmark)
S. Puiseux-Dao (Mrs) (Paris, France)
J. Rueness (Oslo, Norway)
B. Santelices (Santiago, Chile)
C. Sastre (Paris, France)
M. Steentoft (Mrs) (Hants, U.K.)
G. Tell (Buenos Aires, Argentina)
Wm J. Woelkerling (Melbourne, Australia)

Cryptogamie, Algol. 1997, 18 (1): 1-10

A TAXONOMIC STUDY OF THE GENUS *LAURENCIA* (CERAMIALES, RHODOPHYTA) FROM VIETNAM. I. *LAURENCIA CADUCIRAMULOSA* MASUDA *ET* KAWAGUCHI, SP. NOV.

Michio MASUDA[1], Shigeo KAWAGUCHI[2], Yoshinori TAKAHASHI[3], Yoshihide MATSUO[3] and Minoru SUZUKI[3]

[1]Division of Biological Sciences, Graduate School of Science, Hokkaido University, Sapporo, 060 Japan
(facsimile: +81-11-746-1512)
[2]Department of Fisheries, Faculty of Agriculture, Kyushu University, Fukuoka, 812 Japan
[3]Division of Material Science, Graduate School of Environmental Earth Science, Hokkaido University, Sapporo, 060 Japan

ABSTRACT — *Laurencia caduciramulosa* Masuda *et* Kawaguchi, sp. nov. (Ceramiales, Rhodophyta) is described from Vietnam. It is characterised by the presence of four vegetative periaxial cells per axial segment, longitudinally oriented secondary pit-connections between contiguous superficial cortical cells projecting at the apices of branches, lenticular thickenings in the walls of medullary cells, and dwarf, deciduous branchlets that may function as propagative organs (propagules). This species is also characterised by the following set of halogenated secondary metabolites: aplysiadiol (diterpenoid), deoxyprepacifenol (sesquiterpenoid), laurenenyne-A and laurenenyne-B (C_{15} acetogenins).

RÉSUMÉ — *Laurencia caduciramulosa* Masuda *et* Kawaguchi, sp. nov. (Ceramiales, Rhodophyta) est décrite du Vietnam. L'espèce est caractérisée par la présence de quatre cellules périaxiales par segment axial, des synapses secondaires orientées longitudinalement entre les cellules corticales superficielles contigues saillant à l'apex des rameaux, des épaississements lenticulaires dans les parois des cellules médullaires et des rameaux nains caducs pouvant fonctionner comme organes de multiplication végétative (propagules). Cette espèce est aussi caractérisée par l'ensemble de métabolites halogéné suivant: aplysiadiol (diterpénoïde), déoxyprépacifenol (sesquitepénoïde), laurénényne-A and laurénényne-B (C_{15} acétogénines). (Traduit par la Rédaction)

KEY WORDS: Ceramiales, chemotaxonomy, halogenated secondary metabolite, *Laurencia caduciramulosa*, Rhodophyta, vegetative reproduction.

INTRODUCTION

The red algal genus *Laurencia* Lamouroux (Rhodomelaceae, Ceramiales) is second only to *Polysiphonia* in size, containing approximately 135 species that are distri-

buted worldwide, primarily in warmer waters (Masuda *et al.*, 1996). In Vietnam 16 species have been reported (Dawson, 1954b; Pham, 1969; Nguyen *et al.*, 1993), but our Vietnamese expedition during 1992 and 1993 suggests that several undescribed or unrecorded species are additionally present (Suzuki *et al.*, 1995, 1996).

In this paper, we describe a new species which has deciduous branchlets that may function as propagative organs. We also identify halogenated secondary metabolites that characterise this species. As is well documented, species of *Laurencia* produce diverse, unique, halogenated secondary metabolites (Erickson, 1983). Most species of *Laurencia* are characterised by at least one specific secondary metabolite not found in any others (Fenical, 1975; Fenical & Norris, 1975). Other species are characterised by a specific set of secondary metabolites (Masuda *et al.*, 1996). The stability of this specificity and its chemotaxonomic value are supported by Howard *et al.* (1980) and Masuda *et al.* (unpublished results), who observed that the chemistry of several *Laurencia* species remained constant under varying field and culture conditions. Thus, secondary metabolite chemistry can provide criteria for the taxonomy in this troublesome genus (Masuda *et al.*, 1996).

MATERIALS AND METHODS

Specimens for morphological and chemical studies were collected on 7 February 1993 from Hon Tre Island, Tien Hai Islands, Hatien, Kien Giang Province, Vietnam. For morphological studies, specimens were fixed in 4% formalin in seawater, with some later dried as herbarium specimens. Sections were made by hand using a razor blade and pith stick. Tissues were stained with 0.5% (w/v) cotton blue in a lactic acid/phenol/glycerol/water (1:1:1:1) solution and mounted in 50% glycerol-seawater on microscope slides. Voucher specimens were deposited in the Herbarium of the Graduate School of Science, Hokkaido University (SAP 062083-062086).

Material for chemical analysis was air-dried at room temperature (about 25° C) for a day. Partially-dried samples (7.8 g) were extracted with methanol, and the methanol solution was concentrated *in vacuo*. The residue was partitioned between ether and water, and the ether solution was shaken with water, dried over anhydrous Na_2SO_4, and then evaporated to leave an oily extract. The methanol extract (272 mg) was fractionated by column chromatography on silica gel (Merck, Kieselgel 60, 70-230 mesh). The fraction (82 mg) eluted with hexane/ethyl acetate (9:1) was further chromatographed by preparative TLC (Merck, Kieselgel $60F_{254S}$) with hexane/ethyl acetate (10:1) to give two fractions. The less polar fraction was subjected to reversed-phase high pressure liquid chromatography (JASCO, Finepak SIL C_{18}; methanol-H_2O [88:12]) to give an inseparable mixture of compounds 3 and 4 (5.3% of the methanol extract). The more polar fraction was re-chromatographed by preparative TLC with toluene to afford compound 2 (2.4%). The fraction (57 mg) eluted with hexane/ethyl acetate (1:1) was further chromatographed by preparative TLC with hexane/ethyl acetate (1:1) to give compound 1 (7.8%). Identification of these compounds was carried out by comparison of the IR and ^1H NMR spectra (400 MHz) as well as by comparing the optical rotations with those of the authentic samples (standards).

RESULTS

Laurencia caduciramulosa Masuda *et* Kawaguchi, sp. nov.

Planta singularis ex axibus rectis multis e disco basali communi et ramis prostratis stoloniformibus effecti constans, purpureo-rubra, aliquantum mollis, exsiccatione chartae firme adhaerens; thalli recti 2-5 cm alti, teretes, axibus principalibus percurrentibus, axes principales usque ad 800 µm in diametro, ramos numerosos in mode irregulariter alterno-spirali ferentes; cellula axialis centralis omnis cum cellulis periaxialibus quattuor; foveae-colligationes secundariae longitudinaliter dispositae inter cellulas corticales superficiales contingentes semper adsunt; cellulae corticales superficiares prope apices ramorum leviter procurrentes, in sectionibus transversalibus ramuli nec radiatim elongatae nec in vallem dispositae; incrassationes lenticulares abundantes in parietibus cellularum medullae; ramuli simplices breves prope apices ramorum adsunt, 100-400 µm longi, 100-160 µm lati ad apicem, constricti ad 70-120 µm latitudines ad basim, caduci intra mm paucas apicum ramorum ferentium; tetrasporangia, cystocarpia et spermatangia non inventa.

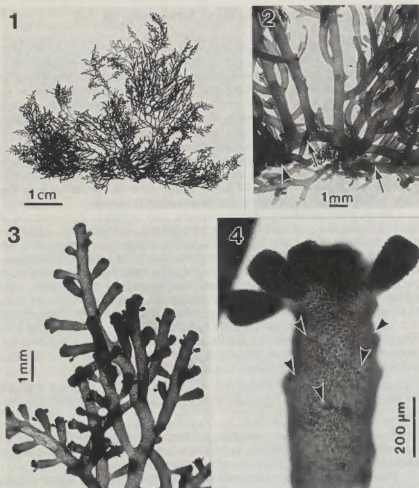
Single plant consisting of many upright axes arising from a common discoid holdfast and stolon-like, prostrate branches, purplish red, somewhat soft, adhering firmly to paper on drying; upright thalli 2-5 cm high, terete, with percurrent main axes, the main axes up to 800 µm in diameter, bearing many branches in an irregularly alternate-spiral manner; each central axial cell with four periaxial cells; longitudinally oriented secondary pit-connections always present between contiguous superficial cortical cells; superficial cortical cells slightly projecting at apices of branches, in transverse sections of branchlets neither elongated radially nor arranged as a palisade; lenticular thickenings abundant in the walls of medullary cells; short, simple branchlets present near apices of branches, 100-400 µm long, 100-160 µm wide at the tip, constricted to 70-120 µm widths at the base, deciduous within a few mm of the apices of the bearing branches; tetrasporangia, cystocarps and spermatangia not found.

Holotype and type locality: SAP 062086 (Fig. 1), collected by M. Masuda & S. Kawaguchi on 7 February 1993, from Hon Tre Island, Tien Hai Islands, Hatien, Kien Giang Province, Vietnam.

Etymology: The specific epithet compounded from *caducus* (dropping off early) and *ramulosus* (bearing branchlets) refers to the characteristic deciduous branchlets that are formed abundantly near branch apices and may function as propagules.

Plants grow on rocks in the lower intertidal zone. Twenty to eighty upright axes (Fig. 1) arise from a common discoid holdfast 2-4 mm in diameter and from stolon-like branches which develop from the lower portions of axes and attach to the substratum secondarily by small discoid holdfasts (Fig. 2). Short descending branches also develop from the proximal portions of upright axes that may function as secondary attachment organs. Upright axes are terete throughout and have main axes which are 500-800 µm in diameter just above the basal disc, 500-600 µm in the lower to middle portions, and taper gradually to 300-400 µm at the uppermost portions.

Many first-order branches are formed in an irregularly alternate-spiral manner 0.5-2 mm apart at angles of 20-40°. These first-order branches are 1.5-3.5 cm long along the lower portions of the main axes and become shorter upwards. They bear progressively shorter branches of up to four orders (Fig. 3), resulting in plants that are pyramidal in shape. Adventitious branches are later produced on the lowest portions of the main axes.



Figs 1-4. *Laurencia caduciramulosa*. Fig. 1. Holotype specimen collected from Hon Tre Island, Tien Hai Islands, Hatien, Kien Giang Province, Vietnam (SAP 062086). Fig. 2. Lower portion of a plant showing stolon-like, prostrate branches (arrows); arrowhead indicates a secondary holdfast. Fig. 3. Upper portion of a second-order lateral. Note some ultimate branches with small deciduous branchlets. Fig. 4. Ultimate branch with small deciduous branchlets; arrowheads indicate scars of shed branchlets.

Small branchlets 100-400 µm long and 100-160 µm wide at the tips develop near branch apices (Figs 3, 4). Their superficial cortical cells are polygonal, not projecting, and are regularly arranged in longitudinal rows in surface view. These superficial cortical cells are 10-16 µm long by 14-20 µm wide in surface view near the apices and 16-30 µm long by 12-16 µm wide proximally. The branchlets are basally constricted, 70-120 µm wide, and fall away readily on slight buffeting, which suggests that they probably function as propagules. Many scars of shed branchlets are present on branches (Fig. 4). Propagule-bearing branches are often recurved. Normal, non-deciduous branches, which are 240-500 µm long and 220-380 µm wide at the tips, are not strongly constricted (Fig. 5), being 180-300 µm wide at the bases.

Apical cells are always immersed in a terminal pit, and central axial cells are recognizable only immediately behind the apical cell (Fig. 6). Each axial cell produces four periaxial cells (Fig. 7). Superficial cortical cells of distal parts of branches of all orders are polygonal, 10-20 µm long by 10-30 µm wide (a length:width ratio of 0.5-1.0), and are regularly arranged in longitudinal rows in surface view. Superficial cortical cells of proximal parts of well-developed branches are 40-100 µm long by 20-36 µm wide (a length:width ratio of 1.5-3.3).

Superficial cortical cells in transverse sections are 16-20 µm thick in the upper portions of first-order branches and 20-50 µm thick in lower portions. They do not form a palisade layer (Fig. 8). Longitudinally oriented secondary pit-connections are present between contiguous superficial cortical cells (Fig. 9). Superficial cortical cells project slightly near branch apices (Fig. 5). Lenticular thickenings are abundant in the walls of medullary cells (Fig. 10) save for the upper portions of branches. Medullary cells are up to 70 µm in diameter in the middle to lower portions of first-order branches.

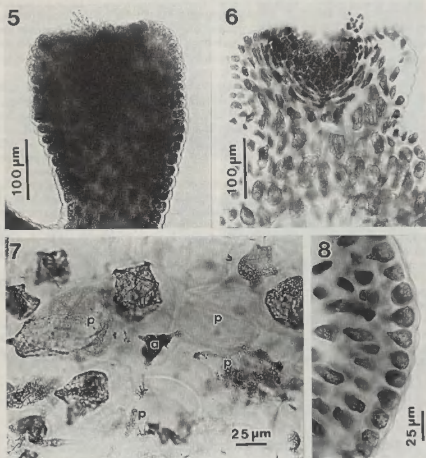
As no living material is available, examination for the presence of *corps en cerise* was not attempted. Spermatangia, cystocarps and tetrasporangia were not found in our specimens.

The structural formulae of identified metabolites are shown in Fig. 11. The major metabolite, compound 1, was identified as aplysiadiol, a brominated diterpenoid. Compound 2 was identified as deoxyprepacifenol, a sesquiterpenoid. Compounds 3 and 4 were identified as laurenenyne-A and laurenenyne-B, C_{15} acetogenins.

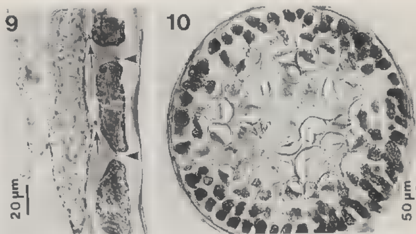
DISCUSSION

Although no reproductive structures were found, the alga under study is a member of the subgenus *Laurencia* because it has the following features: 1) apical cells always sunk in apical pits; 2) central axial cells recognizable only in close proximity to apical cells; 3) the presence of longitudinally oriented secondary pit-connections between contiguous superficial cortical cells; and 4) the production of four periaxial cells per central axial cell (Saito, 1967; Nam *et al.*, 1994; Nam & Sohn, 1994; Nam & Saito, 1995). According to Nam & Saito (1995), the last feature provides a stable basis delimiting the subgenus *Laurencia* from the subgenus *Chondrophycus* Tokida *et* Saito (Saito, 1967), which has two periaxial cells. *Laurencia caduciramulosa* is primarily defined by its deciduous branchlets (possibly function as propagules) and the presence of projecting superficial cortical cells (a feature of relatively few species of *Laurencia* [Masuda & Abe, 1993]). Four species of *Laurencia* have been reported to possess propagules or propagule-like branchlets.





Figs 5-8. *Laurencia caduciramulosa.* Fig. 5. Apex of non-deciduous branch with slightly projecting superficial cortical cells. Fig. 6. Longitudinal section (LS) of a young non-deciduous branch showing the apical pit. Fig. 7. Transverse section (TS) of the upper portion of a second-order branch showing an axial cell (a) with four periaxial cells (p). Fig. 8. TS of the upper portion of a second-order branch.



Figs 9, 10. *Laurencia caduciramulosa*. Fig. 9. LS of middle portion of a second-order branch showing longitudinally oriented secondary pit-connections (arrowheads) between contiguous superficial cortical cells; arrows indicate primary pit-connections. Fig. 10. TS of lower portion of a second-order branch showing abundant lenticular thickenings in the walls of medullary cells.

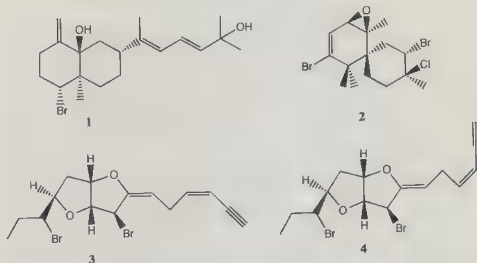


Fig. 11. Molecular structures of secondary metabolites from *Laurencia caduciramulosa*. 1, aplysiadiol; 2, deoxyprepacifenol; 3, laurenenyne-A; 4, laurenenyne-B.

Laurencia gemmifera Harvey (1853), based on material from Key West, Florida, was characterised by having minute bud-like branchlets (Harvey, 1853) and projecting superficial cortical cells (Taylor, 1960; Fujii *et al.*, 1996). However, judging from Harvey's illustration (1853, pl. 18, fig. b), these do not seem to be deciduous. *Laurencia gemmifera* can also be distinguished from *L. caduciramulosa* by its larger thalli (6-8 inches long), thicker axes (as thick as a "crow-quill"), cartilaginous and brittle substance, and patent branches (Harvey, 1853). Furthermore, *L. gemmifera* is entirely different from *L. caduciramulosa* by the production of two periaxial cells from each central axial cell (Fujii *et al.*, 1996). Another tropical Atlantic species, *L. poiteaui* (Lamouroux) Howe, is known to produce propagules (Cruz, Adams & Ballantine, 1996). However, it also produces two periaxial cells from each central axial cell (Fujii *et al.*, 1996). *Laurencia gemmifera* and *L. poiteaui* should be assigned to the subgenus *Chondrophycus*.

Laurencia decidua Dawson (1954a), reported from San Benedicto Island, Revillagigedo Archipelago, Mexico, has deciduous branchlets. However, these branchlets are 1 mm in length (over twice that of *L. caduciramulosa*) and contain tetrasporangia. The Mexican species has no projecting superficial cortical cells. Furthermore, it develops a basal system consisting of densely intergrown, creeping, ramified branches (Dawson, 1954a). *Laurencia caduciramulosa* has no such basal system. The number of periaxial cells per central axial cell for *L. decidua* is unknown.

Laurencia subcorymbosa Dawson (1963), from Cabo Pulmo, Baja California, Mexico, is most similar to *L. caduciramulosa* in having both deciduous propagules and projecting superficial cortical cells, although its number of periaxial cells per central axial cell is unknown. This Mexican species is distinguished from *L. caduciramulosa* by its very slender, sparsely branched axes, those being 200 μm wide below and 300 μm above, and by the absence of stolon-like prostrate branches (Dawson, 1963).

Furthermore, the absence of related species among non-propagulate species of *Laurencia* warrants the establishment of a new species, *L. caduciramulosa*.

More than 250 diverse halogenated or non-halogenated secondary metabolites have been reported from some 30 species of *Laurencia* throughout the world (Erickson, 1983). *Laurencia caduciramulosa* is characterised by the following set of halogenated secondary metabolites: aplysiadiol (diterpenoid), deoxyprepacifenol (sesquiterpenoid), laurenenyne-A and laurenenyne-B (C_{15} acetogenins). Although aplysiadiol is first reported from algal species in the present study, it has been isolated from a sea hare *Aplysia kurodai* (Baba) collected at Shima Peninsula, Mie Prefecture, Japan (Ojika *et al.*, 1990). This suggests that the sea hare consumes *Laurencia* species producing aplysiadiol. Various species of sea hares are said to consume large quantities of algae including *Laurencia* and concentrate the algal metabolites in their digestive gland (Fenical, 1975). The halogen-containing components appear to suffer little degradation and diffuse throughout the animal, and may be effective against predators (Fenical, 1975). Deoxyprepacifenol has previously been obtained from a sea hare *Aplysia californica* Cooper collected at La Jolla, California, U.S.A. (Ireland *et al.*, 1976), and two species of *Laurencia* growing in Japan, *L. okamurae* Yamada (Ojika *et al.*, 1982; Suzuki & Kurosawa, 1985) and *L. nipponica* Yamada (Kikuchi *et al.*, 1985; Suzuki *et al.*, 1985). Laurenenyne-A and laurenenyne-B have been isolated from an undescribed species of *Laurencia* collected at Kamishima, Toba, Mie Prefecture, Japan (Suzuki *et al.*, 1993). Species of *Laurencia* that produce a set of these compounds are not reported. Halogenated secondary metabolites of *L. decidua* have been reported in material from Baja California, Mexico (McMillan *et al.*, 1976). These compounds and those of *L. caduciramulosa* do not overlap with each other.

ACKNOWLEDGEMENTS — We are grateful to: Professor K. Yamada, Nagoya University, for his providing aplysiadiol and its spectral data; Dr J. Brodie, Bath College of Higher Education, for her reading of the manuscript; Dr G. T. Kraft, University of Melbourne, and an anonymous reviewer for their critical comments; Dr Huynh Quang Nang and Dr Nguyen Huu Dinh, National Center for Scientific Research of Vietnam, for their kind help in the field. This study was supported in part by a grant under the Monbusho International Scientific Research Program-Field Research (No. 04041015 to M.M.).

REFERENCES

CRUZ ADAMS V.M. & BALLANTINE D.L., 1996 — Asexual reproduction in *Laurencia poiteaui* (Rhodomelaceae, Rhodophyta). *Botanica Marina* 39: 75-77.

DAWSON E.Y., 1954a — The marine flora of Isla San Benedicto following the volcanic eruption of 1952-53. *Allan Hancock Foundation Publications of the University of Southern California, Occasional Paper* 16: 1-25.

DAWSON E.Y., 1954b — Marine plants in the vicinity of the Institut Océanographique de Nha Trang, Viet Nam. *Pacific Science* 8: 373-481.

DAWSON E.Y., 1963 — Marine red algae of Pacific Mexico. Part 8. Ceramiales: Dasyaceae, Rhodomelaceae. *Nova Hedwigia* 6: 401-481.

ERICKSON K.L., 1983 — Constituents of *Laurencia*. *In*: SCHEUER, P.J. (ed.), *Marine Natural Products*. 5, New York, Academic Press, pp. 131-257.

FENICAL W., 1975 — Halogenation in the Rhodophyta. A review. *Journal of Phycology* 11: 245-259.

FENICAL W. & NORRIS J.N., 1975 — Chemotaxonomy in marine algae: chemical separation of some *Laurencia* species (Rhodophyta) from the Gulf of California. *Journal of Phycology* 11: 104-108.

FUJII, M.T., COLLADO-VIDES, L. & CORDEIRO-MARINO, M., 1996 — Morphological studies of *Laurencia gemmifera* and *Laurencia poiteaui* (Rhodomelaceae, Rhodophyta) from the Nichupté Lagoon System, Quintana Roo, Mexico. *Botanica Marina* 39: 317-326.

HARVEY W.H., 1853 — Nereis Boreali-Americana. Part II. Rhodospermae. *Smithsonian Contributions to Knowledge* 5(5): 1-258.

HOWARD B.M., NONOMURA A.M. & FENICAL W., 1980 — Chemotaxonomy in marine algae: secondary metabolite synthesis by *Laurencia* in unialgal culture. *Biochemical Systematics and Ecology* 8: 329-336.

IRELAND C., STALLARD M.O. & FAULKNER D.J., 1976 — Some chemical constituents of the digestive gland of the sea hare *Aplysia californica*. *Journal of Organic Chemistry* 41: 2461-2465.

KIKUCHI H., SUZUKI, T., SUZUKI, M. & KUROSAWA E., 1985 — A new chamigrane-type bromo diether from the red alga *Laurencia nipponica* Yamada. *Bulletin of the Chemical Society of Japan* 58: 2437-2438.

MASUDA M. & ABE T., 1993 — The occurrence of *Laurencia saitoi* Perestenko (*L. obtusa* auct. japon.) (Ceramiales, Rhodophyta) in Japan. *Japanese Journal of Phycology* 41: 7-18.

MASUDA M., ABE T., SUZUKI T. & SUZUKI M., 1996 — Morphological and chemotaxonomic studies on *Laurencia composita* and *L. okamurae* (Ceramiales, Rhodophyta). *Phycologia* 35: 550-562.

McMILLAN J.A., PAUL I.C., CACCAMESE S. & RINEHART JR. K.L., 1976 — Aplysinol from *Laurencia decidua*: crystal structure and absolute stereochemistry. *Tetrahedron Letters* 1976: 4219-4222.

NAM K.W., MAGGS C.A. & GARBARY D.J., 1994 — Resurrection of the genus *Osmundea* with an emendation of the generic delineation of *Laurencia* (Ceramiales, Rhodophyta). *Phycologia* 33: 384-395.

NAM K.W. & SAITO, Y. 1995 — Vegetative and reproductive anatomy of some *Laurencia* (Ceramiales, Rhodophyta) species with a description of *L. maris-rubri* sp. nov. from the Red Sea. *Phycologia* 34: 157-165.

NAM K.W. & SOHN C.H., 1994 — *Laurencia kangjaewonii* sp. nov. (Ceramiales, Rhodophyta) from Korea. *Phycologia* 33: 397-403.

NGUYEN H.D., HUYNH Q.D., TRAN N.B., & NGUYEN V.T., 1993 — *Marine algae of North Vietnam*. Ho Chi Minh, Nha Xuat Ban Khoa Hoc Va Ky Thuat, 364 p. (in Vietnamese).

OJIKA M., SHIZURI Y. & YAMADA K., 1982 — A halogenated chamigrane epoxide and six related halogen-containing sesquiterpenes from the red alga *Laurencia okamurae*. *Phytochemistry* 21: 2410-2411.

OJIKA M., YOSHIDA Y., OKUMURA M., IEDA S. & YAMADA K., 1990 — Aplysiadiol, a new brominated diterpene from the marine mollusc *Aplysia kurodai*. *Journal of Natural Products*. 53: 1619-1622.

PHAM H.H., 1969 — *Marine algae of South Vietnam*. Saigon, Trung-Tam Hoc-Lieu Xuat-Btan, 558 p. (in Vietnamese).

SAITO Y., 1967 — Studies on Japanese species of *Laurencia*, with special reference to their comparative morphology. *Memoirs of the Faculty of Fisheries, Hokkaido University* 15: 1-81.

SUZUKI M. & KUROSAWA E., 1985 — A C-15 non-terpenoid from the red alga *Laurencia okamurae*. *Phytochemistry* 24: 1999-2002.

SUZUKI M., MATSUO Y. & MASUDA M., 1993 — Structures of laurenenyne-A and -B, novel halogenated acetogenins from a species of the red alga *Laurencia*. *Tetrahedron* 49: 2033-2042.

SUZUKI M., MATSUO Y., TAKAHASHI Y. & MASUDA M., 1995 — Callicladol, a novel cytotoxic bromotriterpene polyether from a Vietnamese species of the red algal genus *Laurencia*. *Chemistry Letters* 1995: 1045-1046.

SUZUKI M., SEGAWA M., KIKUCHI H., SUZUKI T. & KUROSAWA E., 1985 — (5*S*,7*R*,10*R*)-Selin-4(14)-en-5a-ol, a sesquiterpene alcohol from the red alga *Laurencia nipponica*. *Phytochemistry* 24: 2011-2012.

SUZUKI M., TAKAHASHI Y., MATSUO Y. & MASUDA M., 1996 — Pannosallene, a brominated C15 nonterpenoid from *Laurencia pannosa*. *Phytochemistry* 41: 1101-1103.

TAYLOR W.R., 1960 — *Marine algae of the eastern tropical and subtropical coasts of the Americas*. Ann Arbor, University of Michigan Press, ix + 870 p.

AMPHIROA VAN-BOSSEAE (CORALLINALES, RHODOPHYTA) ON EUROPEAN ATLANTIC COASTS

Javier CREMADES, Ignacio BÁRBARA and Alfredo J. VEIGA

Departamento de Bioloxía Animal, Bioloxía Vexetal e Ecoloxía. Facultade de Ciencias. Universidade da Coruña. 15071 A Coruña. Spain. creuga@udc.es

ABSTRACT — Specimens of *Amphiroa van-bosseae* Lemoine from several localities in the Atlantic coast of the Iberian Peninsula were studied. This is the first record of this Pacific species in the European Atlantic. Comparisons with the closely related species *A. rigida* Lamouroux and *A. beauvoisii* Lamouroux reveal clear distinctions. This study suggests that most reports of *Amphiroa* Lamouroux from European Atlantic coasts should be referred to *A. van-bosseae*.

RESUMÉ — Des spécimens d'*Amphiroa van-bosseae* Lemoine, en provenance de plusieurs localités des côtes atlantiques de la péninsule Ibérique ont été étudiés. Cette espèce du Pacifique est signalée pour la première fois sur les côtes atlantiques européennes. La comparaison avec les espèces européennes d'aspect similaire, *A. rigida* Lamouroux et *A. beauvoisii* Lamouroux, fait apparaître des différences anatomiques nettes. Cet étude permet d'affirmer que la plupart des mentions du genre *Amphiroa* Lamouroux sur les côtes atlantiques européennes doivent être rapportées à *A. van-bosseae*.

KEY WORDS: *Amphiroa van-bosseae, A. rigida, A. beauvoisii*, Corallinaceae, Rhodophyta, Atlantic Ocean, Iberian Peninsula, Biogeography, Systematics, Taxonomy.

INTRODUCTION

When sampling the Atlantic coasts of the Iberian Peninsula, particularly on the Galician coasts, we have often found a species of *Amphiroa* Lamouroux with very well-defined morphological and ecological characters. This species is now identified as *A van-bosseae* Lemoine (1929), a species originally described from the Pacific and which, under this name, has never been recorded elsewhere. However, we should note that *A. subcylindrica* Dawson (1953) was discovered on the Mauritanian coasts (Lawson & John, 1977) and, according to Norris & Johansen (1981), this species is conspecific with *A van-bosseae*. Because the habit of *A. van-bo sseae* is rather similar to that of other species of the genus cited from European Atlantic coasts, particularly *A. rigida* Lamouroux and *A. beauvoisii* Lamouroux, we have studied several herbarium sheets of these species to contribute to the knowledge of the distribution of *Amphiroa* on these coasts.

MATERIAL AND METHODS

The specimens collected were preserved in 4 % formalin-seawater and herbarium specimens were rehydrated for their study. For microscopic observations, selected fragments were decalcified using 25 % acetic acid and embedded in 10 % gelatine for 12h at 40° C. Then, they were extended on a slide, covered with liquid gelatine and dried 24h at room temperature. Dry longitudinal hand-made sections were soaked in distilled water, heated slightly for removing the gelatine and stained in Delafield's haematoxylin. For their observation and preservation semipermanent slides were prepared using 20-25 % aqueous Karo® corn-syrup. Studied specimens have been deposited at the herbarium of the University of Santiago de Compostela (SANT-*Algae*).

RESULTS

***Amphiroa van-bosseae* Lemoine 1929: 73.** Holotype: BM, "Galapagos, île Charles, Post Office Bay, août 1924". D.C. Crossland.

Description (Fig. 1A-E)

Fronds up to 3,5 cm high, isolated or sometimes in more or less erect clumps, basal parts semi-endophytic in the tissue of *Lithophyllum incrustans* with young branches protruding *over* host surface. Branching irregularly dichotomous, often in many ranks. Intergenicula terete to subterete, up to 1,5 mm diameter and variable in length, but up to 5 mm long. Intergenicula length may be difficult to discern because genicula are often invisible externally, especially near branch apices. Intergenicula consist of tiers of elongate cells (50) 70-100 (130) µm long, that alternate regularly with tiers of short cells (30) 40-50 (60) µm long. Intergenicular cortices continue growing and older intergenicula are greater in diameter than young ones. Genicula consist of (3) 4-6 (7) tiers of medullary cells (20) 40-80 (130) µm long, the end walls are transverse rather than oblique, and the distal tier is always shorter than the others. Conceptacles are scattered over intergenicular surfaces, they protrude only slightly, and become buried by continuied cortical growth. Tetrasporangial conceptacles only observed, c. 200 µm in diameter with bi or tetrasporangia c. 30 µm long and 8 µm diameter.

Habitat

This species was collected only as a semi-endophyte on *Lithophyllum incrustans* Philippi on mid-littoral rocky platforms and shallow pools, in wave-exposed and semi-exposed situations, which are usually influenced by sandy depositions. It is significant that this species is more abundant and frequent on open shores, typically on euryhaline coasts.

Distribution on the European Atlantic coasts (Fig. 2)

SPAIN. **Vizcaya**: Ogeia 30TWP3602, 31-3-1995, on *Lithophyllum incrustans* in mid-littoral pools, *I. Bárbara* (SANT-*Algae* 7297). San Juan de Gaztelugatxe 30TWP1710, 27-11-1991, low-littoral pool, *J.M. Gorostiaga & A. Santolaria*, as *A. beauvoisii* (BIO-*Algae* 079). **Asturias**: Playa del Sarello, Serrantes, 29TPJ6325, 7-8-1990, on *L. incrustans* in

sandy low-littoral pools, *I. Bárbara* (SANT-*Algae* 7298). **Lugo**: Punta Corbeira, Rinlo, Ribadeo, 29TPJ5225, 21-7-1993, on *L. incrustans* in a mid-littoral pool, *A. Granja, J. Cremades & I. Bárbara* (SANT-*Algae* 7486). **A Coruña**: Esteirón, Islas Sisargas, 29TNH1300, 9-10-1994, on *L. incrustans* in a mid-littoral pool, *J. Cremades & A.J. Veiga* (SANT-*Algae* 7039). Camelle, Camariñas, 7-4-1981, *J.L. Maldonado*, as *A. rigida*; *Ibidem*, 7-7-1981, *J.L. Maldonado*, as *A. cryptathrodia* (SANT-*Algae* 7487). Punta Insua, Carnota, 29TMH9035, 6-12-1987, on *L. incrustans* in mid-littoral pools, *J. Cremades & J. Otero*, as *A. subcylindrica* (SANT-*Algae* 5321). Punta Remedios, Carnota, 29TMA8738, 26-12-1987, on *L. incrustans* in mid-littoral pools, *J. Cremades & J. Otero*, as *A. subcylindrica* (SANT-*Algae* 5322). **Pontevedra**: Xidoiro Pedregoso, Ría de Arousa, 24-7-1963, mid-littoral pool, *M. Donze*, as *A. rigida* (L 27924). San Vicente, Ria de Arousa, 7-8-1964, mid-littoral pool, *C. van den Hoek*, as *A. rigida* (L 27923).
PORTUGAL. **Baixo Alentejo**: Praia de S. Torpes, 30-6-1992, *A. Carvalho*, as *A. beauvoisii*. Praia de Vale, 30-6-1992, *A. Carvalho*, as *A. beauvoisii*. Zambujeira do Mar, 28-7-1992, *A. Carvalho*, as *A. beauvoisii*.

Specimens of other taxa examined

Amphiroa beauvoisii Lamouroux

SPAIN. **Cádiz**: Chipiona, 8-1979, *J.E. Hernández Bermejo & T. Gallardo* (SANT-*Algae* 7488). Bahia de Cádiz, 8-9-1986, on *Mesophyllum lichenoides* in low-littoral pools, *J. Cremades & I. Bárbara* (SANT-*Algae* 7485). **Islas Baleares**: Illetas, Mallorca, 11-4-1987, on unidentified Corallinaceae at 1-2m depth, *J. Cremades* (SANT-*Algae* 7483).
PORTUGAL. **Açores**: Punta Delgada, Ilha de San Miguel, 37°44′ N 25°41′ W, 6-6-1981, rocky shore with tidepools and large basin, *G.H. Lokhorst* (L 531851). Porto de Lajes, 38°23′ N 29°15′ W (CANCAP 5 n° 5060, sta. 5.K08) exposed side of small pier, 1-4m. depth, *W.H. Johansen*, as *A. rigida* (L 531860).

Amphiroa rigida Lamouroux

FRANCE. **Pyrénées Orientales**: "Mediterranean, Cette [Sète]" (*Typus*, *ex* Herbier Lamouroux, Herbier de France, PC). "Banyuls sur mer, 24-7-1937, *J. Feldmann*" (*ex* Herbier Feldmann n° 4011, Herbier de France, PC).
SPAIN. **Islas Baleares**: Cala Pi, Mallorca, 14-8-1986, on unidentified Corallinaceae at 1m depth, *J. Cremades* (SANT-*Algae* 7484).

Corallina officinalis Linnaeus

SPAIN. **Pontevedra**: Punta. Campello, Ría de Arousa, 8-7-1963, dredged at 27 m, *M. Donze*, as *A. rigida* (L 27636).

DISCUSSION AND CONCLUSIONS

The morphological and anatomical characters of the specimens studied agree well with the descriptions of *A. van-bosseae* by Lemoine (1929) and Norris & Johansen (1981), although the European plants are not as vigorous as the Pacific ones. However,

European plants occur exclusively as semi-endophytes in *Lithophyllum incrustans* (Fig. 1A). In this, they presumably differ from Pacific ones. The semi-endophytic nature of many species of *Amphiroa* was noted by Cabioch (1969, 1972), who considered the taxonomic identity of the host to be a useful diagnostic feature. For example, *A. rigida* lives basically as a semi-endophyte of *Neogoniolithon brassica-florida* (Harvey) Setchell & Mason [= *N. notarisii* (Dufour) Hamel & Lemoine], *A. verruculosa* Kützing on *Lithophyllum frondosum* (Dufour) Furnari, Cormaci & Alongi (1996) [= "*Pseudolithophyllum expansum* (Philippi) Lemoine"], *A. itonoi* Srimanobhas & Masaki and *A. valonioides* Yendo on other species of *Lithophyllum* (Cabioch, 1969; 1972; Srimanobhas & Masaki, 1987; Choi & Lee, 1989).

The European species that closely resemble *A. van-bosseae* in habit are *A. rigida* and *A. beauvoisii*. However, these two species are anatomically markedly different from *A. van-bosseae*. Study of the type of *A. rigida* (PC) shows that this species has genicula (Fig. 1G) with two tiers of cells 80-125 µm long, united by a very particular imbricated mode and intergenicula alternating 2 (3) tiers of elongate cells with 1 tier of nearly spherical cells (7) 9-10 (12) µm diameter that may be absent at the axial parts. The middle part of the first layer has cells (50) 60-80 (100) µm long and the cells of the second one are (30) 40-60 (80) µm long. *A. beauvoisii* has genicula (Fig. 1H) consisting of 2-3 (4) tiers of non-imbricated cells and intergenicula consisting of (1) 2-3 elongate cells alternating with 1 short cell (Fig. 1I). An additional characteristic of this species is the apparent and progressive flattening of the intergenicula towards the tip.

A. van-bosseae, as we said, has genicula of (3) 4-6 (7) tiers of non imbricated cells, intergenicula with a tier of elongate cells alternating regularly with a tier of short cells and cortex of lower intergenicula with a remarkable and characteristic secondary growth (Fig. 1C-E). The same kind of cellular alternation in intergenicula of *A. van-bosseae* is, interestingly, presented by other two species of the genus on the European coasts: *A. cryptarthrodia* Zanardini and *A. verruculosa* Kützing. Both species, however, have genicula with only 1 or 2 tiers of cells and they are much more slender.

To summarise: *A. van bosseae* is distinguished from the four European species mentioned above by i) having up to 7, but mainly 4-5, tiers of medullary cells in the genicula, ii) having conspicuous secondary growth in the lower intergenicula, and iii) being semi-endophytic in *Litophyllum incrustans*.

A. van-bosseae Lemoine (1929) was considered to be restricted to the Gulf of California and Galapagos Islands (Norris & Johansen, 1981) up to its discovery on the Mauritanian coast (Lawson & John, 1977, as *A. subcylindrica* Dawson; identification confirmed by H.W. Johansen *in litt.*). According to the results presented above (Fig. 2), this species seems also to be frequent on the Atlantic coasts of the Iberian Peninsula where it may have its northern limit of distribution. All the specimens studied down to South Portugal, belong to this taxon, including the herbarium sheets cited as *A. rigida* and the specimens we have collected near the localities mentioned for this taxon in the literature (see Donze, 1968; Ginsburg-Ardré, 1963; Ardré 1969; Pérez-Cirera, 1975; Gorostiaga *et al.*, 1981). This fact suggests that the remaining records from this geographic area probably belong to *A. van-bosseae* as well. From South Portugal to the Strait of Gibraltar most of the bibliographic records belong to *A. beauvoisii*. The specimens from this area available for us to study were also ascribed to this taxon. In this context, the few records of *A. rigida* (Palminha, 1957 and Seoane-Camba, 1965) are difficult to assess due to the abundance of this species on neighbouring Mediterranean coasts.

ACKNOWLEDGEMENTS — We wish to thank Prof. F. Ardré (Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris, PC), Prof. Prud'homme van Reine (Rijksherbarium, Leiden, L), Dr A. Secilla (Universidad del Pais Vasco, Spain, BIO) and Dr Ms. A. Carvalho (Laboratorio Maritimo da Guía, Cascais, Portugal) for locating and providing several herbarium sheets. Especially, we wish to thank Dr Y. Chamberlain (University of Portsmouth, U.K.) who has spent some time and effort in suggesting how the manuscript should be improved to make it acceptable for publication.

REFERENCES

ARDRÉ F., 1969 — Contribution à l'étude des algues marines du Portugal. I. La flore. *Portugaliae Acta Biologica*, sér. B, 10: 137-560.

CABIOCH J., 1969 — Sur le mode de développement de quelques *Amphiroa* (Rhodophycées, Corallinacées). *Comptes Rendus de l'Académie des Sciencies de Paris* 269: 2338-2340.

CABIOCH J., 1972 — Étude sur les Corallinacées. II. La morphogenèse; conséquences systématiques et phylogénétiques. *Cahiers de Biologie Marine* 13: 137-288.

CHOI D.S. & LEE I.K., 1989 — Notes on *Amphiroa* (Rhodophyta) from Cheju Island. *The Korean Journal of Botany* 32 (4): 363-373.

DAVEAU J., 1884 — Contribuçoes para a flora de Portugal I. Excursion botanique aux Iles Berlengas et Farilhoes. *Boletim da Sociedade Broteriana* I (2): 13-31.

DAWSON E.Y., 1953 — Marine Red Algae of Pacific Mexico. Part I: Bangiales to Corallinaceae Subf. Corallinoideae. *Allan Hancock Pacific Expeditions* 17: 1-240.

DONZE M., 1968 — The algal vegetation of the Ría de Arosa (NW. Spain). *Blumea* 16: 159-192.

FURNARI G., CORMACI M. & ALONGI G., 1996 — *Lithophyllum frondosum* (Dufour) comb. nov. (Corallinaceae, Rhodophyta): the species to wich Mediterranean "*Pseudolithophyllum expansum*" should be referred. European. *Journal of Phycology* 31: 117-122.

GINSBURG-ARDRÉ F., 1963 — Algues du Portugal: Liste préliminaire, II. *Revue Générale de Botanique* 70: 371-381.

GOROSTIAGA J.M., ANGULO R. & IBÁÑEZ M., 1981 — Nueva cita de *Saccorhiza polyschides* y *Laminaria ochroleuca* en la Costa Vasca. *Lurralde* 4: 265-270.

IBÁÑEZ M., ANGULO R. & IRIBAR X., 1980 — *Biogeografia de la Costa Vasca*. L. Haramburu, San Sebastián, 284 p.

LAWSON G.W & JOHN D.M., 1977 — The marine flora of the Cap Blanc peninsula: its distribution and affinities. *Botanical Journal of the Linnean Society* 75: 99-118.

LEMOINE M. (Mme P.), 1929 — Les Corallinacées de l'archipel des Galapagos et du Golfe de Panama. *Archives du Muséum d'Histoire Naturelle* (Paris), sér. 6, 4: 37-86.

NORRIS J.N. & JOHANSEN H.W., 1981 — Articulated coralline algae of the Gulf of California, Mexico, I:*Amphiroa* Lamouroux. *Smithsonian Contributions to the Marine Sciences* 9: 1-29.

PALMINHA F.P., 1957 — Contribuições para o estudo das algas marinhas portuguesas. II (Litoral Algarvio). *Boletim da Sociedade Portuguesa de Ciências Naturais* 7, sér. 2, 22: 68-74.

PÉREZ-CIRERA J.L., 1975 — Catálogo florístico de las algas bentónicas de la Ría de Corme y Lage, NO. España. *Anales del Instituto Botánico A.J. Cavanilles* 32 (1): 5-87.

SAUVAGEAU C., 1897 — Note préliminaire sur les algues marines du Golfe du Gascogne. *Journal de Botanique* 11: 1-64.

SEOANE-CAMBA J.A., 1965 — Estudio sobre las algas bentónicas en la costa sur de la Peninsula Ibérica (litoral de Cádiz). *Investigación Pesquera* 29: 3-216.

SRIMANOBHAS V. & MASAKI T., 1987 — *Amphiroa itonoi* (Corallinales, Rhodophyta), a new species of marine algae from Japan. *The Japanese Journal of Phycology* (Sôrui) 35: 1-9.

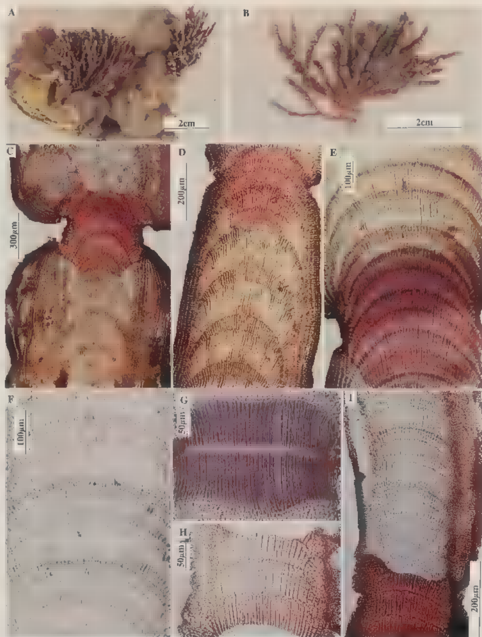


Fig. 1. *Amphiroa van-bosseae* (SANT-*Algae* 5321). A, habit of some specimens growing on *Lithophyllum incrustans*; B, frond with numerous conceptacles showing branching pattern; C, Intergenicular longitudinal section of a basal branch with strong cortical thickening, several asexual conceptacles buried in the calcified tissue and a 5-tiered geniculum; D, young branch showing the unusual arrangement of alternating long and short tiers of medullary cells and a 4-tiered geniculum; E, 6-tiered geniculum. *Amphiroa rigida*: F, intergeniculum with two tiers of long cells alternating with one of short ones (SANT-*Algae* 7484); G, characteristic two-tiered geniculum in which the end walls of the cells are slanted and appear to overlap (*Typus*, PC). *Amphiroa beauvoisii* (SANT-*Algae* 7483): H, 3-tiered geniculum; I, middle branch showing a 3-tiered geniculum and the cellular arrangement of the intergeniculum, 2-3 tiers of long cells alternating with one of short ones.

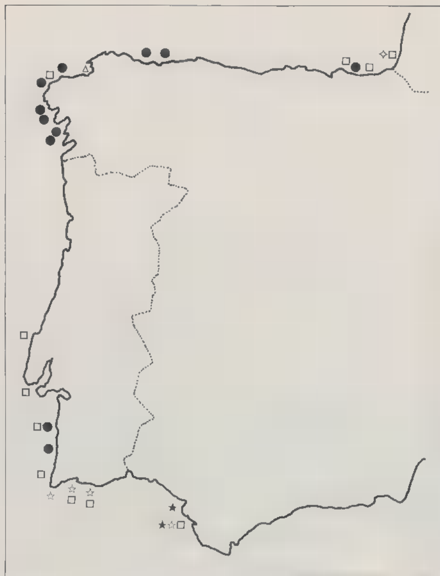


Fig. 2. Distribution of *Amphiroa* species on the European Atlantic coasts. ●, *A. van-bosseae*; □, *A. rigida*; ☆, *A. beauvoisii*; ✧ , *A. cryptarthrodia*; Δ, *A. verruculosa* (empty symbols: bibliographic reports; full symbols: specimens studied).

DIATOMS OF CALCAREOUS TROPICAL SPRINGS IN THE CENTRAL REGION OF MEXICO

Enrique A. CANTORAL-URIZA, Javier CARMONA-JIMÉNEZ and Gustavo MONTEJANO

Laboratorio de Ficología, Facultad de Ciencias, UNAM. A.P. 70-620, C.U. Coyoacán, 04510. México, D.F.

ABSTRACT — 57 species of diatoms (Bacillariophyceae) were found in four calcareous springs in the central region of México. 6 belong to Centrales and 51 belong to Pennales. Information for each species includes: general ecological characteristics, salinity, saprobity, pH, nutrients, temperature and known geographical distribution in México. With respect to temperature, 24 of 31 species reported in the literature coincided with our values (20-27° C, mesothermal or euthermal). 37 of 41 species with published pH data have been reported as alkaliphilous, alkalibiontic or indifferent to pH, corresponding to conditions in the Huasteca. With respect to salinity 23 of the 36 species are reported from low salinity habitats (oligohalobous or halophilous). Lastly, with respect saprobity, 38 species with reports in the literature has been found in habitats with low concentrations of organic matter (mesosaprobic, oligosaprobic, saproxenous and saprophobic). The importance of these characteristics to use the species as ecological indicators is discussed.

RÉSUMÉ — 57 espèces de diatomées (Bacillariophyceae) ont été identifiées dans des sources calcaires de la région centrale du Mexique. 6 de ces espèces appartiennent aux Centrales et 51 aux Pennales. Pour chaque espèce, l'information suivante est fournie : caractéristiques écologiques générales, salinité, saprobité, pH, nutriments, température et distribution géographique connue au Mexique. 24 des 31 espèces mentionnées dans la littérature l'avaient été comme méso- ou euthermales (températures du milieu concordant avec celles qui ont été mesurées dans cette étude : 20-27° C). 37 des 41 espèces pour lesquelles des données de pH du milieu avaient été publiées, avaient été citées comme alcaliphiles, alcalibiontes ou indifférentes au pH, ce qui correspond aux conditions observées au Huasteca. 23 des 36 espèces dont le comportement vis à vis de la salinité a été publié ont été rencontrées dans des habitats à faible salinité (oligohalobes ou halophiles). Enfin, 38 espèces ont été mentionnées dans la littérature comme provenant de milieux présentant de faibles teneurs en matière organique (mésosaprobes, oligosaprobes, saproxènes et saprophobes). L'importance de ces caractériqtiques pour l'utilisation de ces espèces comme indicateurs écologiques est discutée. (Traduit par la Rédaction)

KEY-WORDS: Diatoms, freshwater, calcareous springs, Mexican tropics.

INTRODUCTION

Diatoms are one of the most diverse groups in lotic environments of the central region of México, and they are particularly evident in calcareous springs in the Huasteca in the State of San Luis Potosí. Aside from constant input of water, little chemical

variation, constant temperature and low concentrations of organic matter, these springs also have tropical temperatures. On the other hand, high concentrations of carbonates in the water make these springs quite unique biotopes. Current velocity, illumination and substrate type play an important role in the establishment of algal communities (Carmona & Montejano, 1993). Most worldwide studies in this habitat refer to thermal springs and only a few to cold or infiltration springs. The latter habitats have been descrited in Europe and the USA by Whitford (1956), Margalef (1977), Golubič (1967), Dary & Wayne (1968), Hynes (1970) and Round (1973; 1984). The goal of the present study is to compare the environmental conditions of the diatoms found in Huasteca with those of previous studies, and to better understand the range of ecological requirements of each species and evaluate its potential as an ecological indicator.

MATERIALS AND METHODS

Study sites are located in the low Panuco Basin, in an area called the Huasteca in the state of San Luis Potosi. This area is at the northern limit of the neotropical region between 101°20′-98°30′ LW and 22°50′-21°10′ LN, at and altitude between 60-500 m a.s.l. (INEGI, 1985). The prevalent climate is warm and humid with abundant summer rains (Garcia, 1973). The predominant vegetation is tropical deciduous forest (Puig, 1991). The Huasteca is a geologically homogeneous region with predominantly calcareous substrate. As a consequence of its geological origin, there are numerous caves, springs and waterfalls with travertine as the main substrate. Water temperature varies between 20-27° C. The pH varies between 7 and 8. The springs we studied are Nacimiento El Salto, Choy, Huichihuayan and Puente de Dios (Fig. 1).

Samples were collected from 1984-1989 covering the rainy and dry seasons. Fragments of rock with visible algal growths were chipped off or the growths were collected with a spatula. The material was fixed in 4 % formaldehyde and deposited in the Herbarium of the Faculty Science, UNAM (FCME). Temperature, pH and conductivity were taken with a Jenway 3405 electrochemical analyzer. Alkalinity was measured using the phenolftalein and methyl orange indicator method (Taras *et al.*, 1971) (Tab. 1).

Locality	Temperature (°C)	pH	Conductivity ($\mu s\ cm^{-1}$)	Alkalinity ($mg\ l^{-1}\ CaCO_3$)
Nacimiento El Salto	23-27	7-7.8	800-1320	472
Nacimiento del Choy	26-27	7-7.6	900-1128	460
Nacimiento de Hiuchihuayan	20-22	7-7.2	260-300	336
Nacimiento de Puente de Dios	25-26	7-8.0	900-1700	450

Table 1. Physical and chemical characteristics of study localities.

Frustules were cleaned following Rushforth, Kaczmarska & Johansen (1984), and mounted with Naphrax® resin. Simonsen's (1979) classification was used and Hustedt (1927-1930, 1930, 1931-1959); Sieminska (1964); Patrick & Reimer (1966, 1975); Germain (1981); Sarode & Kamat (1984); Schoeman & Archibald (1986); Krammer & Lange-Bertalot (1986, 1988, 1991a, 1991b), were used for species identification.

For each species the following information is given: range of dimensions and taxonomic comments when necessary; locality; ecological data; literature data on alkalinity: (pH), salinity (hs), saprobity (ss), nutrients (ns), current spectrum (cs), general habitat (gh), specific habitat (sh) and temperature (ts); distribution in México. Saprobity, salinity, alkalinity and temperature of our samples were compared following Lowe's (1974) proposed system (Tab. 2). Whitford (1956); Patrick & Reimer (1975); Sládéček (1973); Sládéček *et al.* (1981); Aboal (1989, 1989b); Round *et al.* (1990) and Krammer & Lange-Bertalot (*op. cit*), were the main sources for environmental information.

RESULTS

Fifty seven species were identified for the four springs studied. 6 taxa belonged to Centrales and 51 to Pennales (35 species from El Salto, 11 species from Choy, 19 species from Huichihuayan and 20 species from Puente de Dios).

CENTRALES

Thalassiosiraceae Lebour 1930, *emend.* Hasle 1973

Cyclotella meneghiniana Kützing 1844

Diameter 7-14.15 µm; striae 8-9/10 µm smooth margins.
Localities: Nacimiento El Salto.
Ecological data: Periphytic, epiphytic. T = 25.5° C, pH = 7, C = 1300 µs cm^{-1}.
Literature data: pH = alkaliphilous, alkalibiontic, indifferent; hs = oligohalobous: halophilous; ss = mesosaprobic; cs = indifferent; gh = river, gully, lake, pond, spring, salt marsh; sh = euplanctonic, periphytic: epilithic; ts = euthermal, mesothermal. Conductivity 400-20,000 µs cm^{-1}. Total phosphates 0.02-0.83 mg l^{-1}.
Reports from México: Michoacán (Pátzcuaro, Hutchinson, Patrick & Deevey, 1956); Hidalgo (Huasca, San Miguel Regla, Ortega, 1984; Chang, 1989); Yucatán (Sánchez, 1985); Central México (Metcalfe, 1985, 1988); San Luis Potosí (Cantoral, 1990, 1993; Cantoral-Uriza & Montejano-Zurita, 1993); Morelos (Valadez, 1992); Puebla (Tehuacán, Cuesta, 1993).

Melosiraceae Kützing 1844

Melosira lineata (Dillwyn) Agardh 1824

Diameter 11.2-16.3 µm; height of cell 6.7-6.88 µm.
Localities: Huichihuayan, Choy.
Ecological data: Periphytic, unattached. T = 20-26° C, pH = 7-7.6, C = 300-800 µs cm^{-1}.
Literature data: hs = oligohalobous; gh = river, gully; sh = periphytic: attached.
Reports from México: San Luis Potosí (Carmona, 1993).

pH spectrum pH	Acidobiontic Acidophilous Neutral Alkaliphilous Alkalibiontic	Below 5.5 Below 7 Around 7 Over 7 Alkaline water
Nutrient spectrum (nutrient concentrations) ns	Eutrophic Mesotrophic Oligotrophic Dystrophic	High Moderate Low Rich in humic material
Halobion spectrum (salt concentrations, mg l^{-1}) hs	Polyhalobous Euhalobous Mesohalobous alpha range beta range Oligohalobous halophilous indifferent halophobous Euryhalobous	Over 40,000 Marine forms 30,000 to 40,000 Brackish-water forms 500 to 30,000 10,000 to 30,000 500 to 10,000 Freshwater forms less than 500 Stimulated by small amounts Tolerates small amounts Does not tolerates small amounts Broad ranges
Saprobien spectrum (nitrogen heterotrophye) ns	Polysaprobic 72-90° (x = 81°)[a] Mesosaprobic alpha range 54-72° (x = 63°) beta range 36-54° (x = 45°) Oligosaprobic 18-36° (x = 27°) Saprophilic Saproxenous 0-18° (x = 9°) Saprophobic	Zone of degradation and putrefaction, oxigen absent Zone where oxidation of organic loads is proceeding Stronger pollution in form amino acids Weaker pollution in form ammonia compounds Zone of biodegradable compounds is complete Polluted waters but also in clean water habitats Clean waters habitats also in polluted ones Waters that have not been exposed to pollutants
Current spectrum cs	Limnobiontic Limnophilous Indifferent Rheophilous Rheobiontic	Only standing waters Standing water but may be found in running water Common in both flowing and standing waters Running water but may be found in standing water Only of running water
General habitat gh	Marine Estuarine Lake Pond River Spring and stream Aerophilous Other	Oceans and seas Estuaries and brackish water habitats Large inlad bodies of standig waters Small bodies of standing water Large streams Small streams Non-submerged habitats Not listed above
Specific habitat sh	Euplanktonic Tychoplanktonic Periphytic epipelic epilithic epidendric epiphytic epizooic attached unattached	Suspended in the water Associated with periphytic or terrestial habitats On substrate and submerged objets On mud On rock On wood On plants On animals Normally sessil Normally "free"
Temperature spectrum (T° C) ts	Euthermal Mesothermal Oligothermal Stenothermal Metathermal Eurythermal Undesignated	Warm-water, 30 Temperate-water, 15 to 30 Cold-water, 0 to 15 No greater than 5 5 to 15 15 or greater Not designated

Table 2. Ecological parameters (Lowe, 1974; Sládéček, 1973, 1981)
[a] = Sládéček, 1973, 1981.

Melosira undulata (Ehrenberg) Kützing 1844

Diameter 41.2-50 µm; height of cell 30-32 µm, length line of puncta 18-22/10 µm.
Localities: Huichihuayan.
Ecological data: Periphytic, unattached. T = 21-21.5° C, pH =7.
Literature data: gh = river.
Reports from México: San Luis Potosí (Carmona, 1993).

Hemidiscaceae Hendey 1937, *emend.* Simonsen 1975

Actinocyclus normanii (Gregory *ex* Greville) Hustedt 1957

Diameter 127-135.5 µm; density of striae 4/10 µm.
Localities: Nacimiento El Salto.
Ecological data: Periphytic, unattached. T = 25.5° C, pH = 7, C = 1300 µs cm^{-1}.
Literature data: hs = oligohalobous; ss = mesosaprobic; cs = rheophilous.
Reports from México: First report.

Eupodiscaceae Kützing 1849

Pleurosira laevis (Ehrenberg) Compère 1982

Length 74-87.12 µm; width 48.9-60 µm.
Localities: Nacimiento El Salto, Puente de Dios.
Ecological data: Periphytic, epiphytic. T = 25-25.5° C, pH = 7, C = 1300 µs cm^{-1}.
Literature data: pH = alkaliphilous, alkalibiontic, indifferent; hs = mesohalobus, oligohalobus; ss = mesosaprobic; cs = rheophilous; gh = river, spring, estuaries, tropics dams; sh = euplanktonic, periphytic; ts = euthermal, mesothermal. In brackish water forming large brownish masses. Conductivity 400-20,000 µs cm^{-1}. Total phosphates 0.02-0.83 mg l^{-1}. Brackish water.
Reports from México: Morelos (Valadez, 1992); Puebla (Tehuacán, Ibarra, 1992); San Luis Potosí (Carmona, 1993).

Terpsinoe musica Ehrenberg 1841 (Fig. 2, a)

Length 100-130 µm; breadth 43.5-52.5 µm in valvar view. Length 89.5-115 µm; breadth 100-125 µm in girdle view.
Localities: Nacimiento El Salto, Puente de Dios, Huichihuayan, Choy.
Ecological data: Periphytic, epiphytic, epipelic, unattached. T = 20-27° C, pH = 7-8, C = 300-1500 µs cm^{-1}.
Literature data: cs = rheophilous; gh = river, spring, irrigation channel, natural wells, aerophilous; sh = euplanktonic, periphytic; ts = mesothermal. Low level of organic matter. Tropical distribution.
Reports from México: Hidalgo, Veracruz (Ortega, 1984); Yucatán (Sánchez, 1985); Puebla (Tehuacán, Avila, 1985; Cuesta, 1993); Morelos (Valadez, 1992); San Luis Potosí (Carmona, 1993); Oaxaca (Tavera, Elster & Marvan, 1994).

PENNALES

Fragilariaceae Hustedt 1930

Fragilaria biceps (Kützing) Lange-Bertalot 1991

Length 510-586 µm; width 8.5-12.5 µm; density of striae 6/10 µm in the center; 7/10 µm at the poles.
Localities: Nacimiento El Salto.
Ecological data: Periphytic, unattached. T = 25.5° C, pH = 7, C = 1300 µs cm^{-1}.
Literature data: ss = mesosaprobic.
Reports from México: First report.

Fragilaria goulardii (Brébisson) Lange-Bertalot 1986

Length 73.5 µm; width 9-11 µm; density of striae 9/10 µm in the center, 10/10 µm at the poles.
Localities: Nacimiento El Salto.
Ecological data: Periphytic, unattached. T = 25.5° C, pH = 7, C = 1300 µs cm^{-1}.
Literature data: no reports.
Reports from México: First report.

Fragilaria capucina var. radians (Kützing) Desmazières 1825

Length 40.5 µm; width 2.88 µm; density of striae 15/10 µm.
Localities: Puente de Dios.
Ecological data: Periphytic, unattached. T = 25° C, pH = 7.
Literature data: pH = indifferent; ss = oligosaprobic, mesosaprobic; ns = mesotrophic, oligotrophic. Low conductivity.
Reports from México: San Luis Potosí (Carmona, 1993).

Fragilaria ulna (Nitzsch) Lange-Bertalot 1980

Length (113 µm) 210-311 µm (575 µm); width 5.4-9.5 µm (10.5 µm); density of striae 8-9/10 µm in the center and 8-9/10 µm at the poles.
Localities: Nacimiento El Salto, Puente de Dios, Huichihuayan, Choy.
Ecological data: Periphytic, epiphytic, epilithic. T = 20-27° C, pH = 7-8, C = 300-1500 µs cm^{-1}.
Literature data: longer and wider than the reports of Patrick & Reimer (1975): 75-100 µm length, (50-350 µm) and 5-9 µm width; Germain (1981) reports up to 500 µm length. pH = alkaliphilous, indifferent; hs = oligohalobous, indifferent; euryhalobous; ss = mesosaprobic, oligosaprobic, saproxenous; ns = eutrophic; cs = indifferent; gh = river, spring, irrigation channel, lakes, ponds, fossil sediments, aerophilous; sh = periphytic: epilithic, epiphytic; ts = euthermal, mesothermal, oligothermal, eurythermal. Conductivity 400-20,000 µs cm^{-1}. Total phosphates 0.02-0.83 mg l^{-1}.
Reports from México: State of México (Ixtlahuaca, Ehrenberg,1870); State of México (Texcoco, Bradbury, 1971); Central México (Kusel-Fetzmann, 1973; Metcalfe, 1985, 1988); Valley of México (Flores-Granados, 1980; Chang, 1989); Guanajuato, Jalisco, Michoacán, Oaxaca, Hidalgo (Ortega, 1984); Oaxaca (Figueroa, 1984; Tavera & González-González, 1990); Yucatán (Sánchez, 1985); Puebla (Tehuacán, Avila, 1985,

1989; Navarro, 1988; Ibarra, 1992; Cuesta, 1993); Oaxaca (Tavera, Elster & Marvan. 1994); San Luis Potosí (Cantoral, 1990, 1993; Cantoral-Uriza & Montejano-Zurita, 1993); Morelos (Valadez, 1992).

Eunotiaceae Kützing 1844

Eunotia praerupta var. *bidens* (Ehrenberg) Grunow 1843

Length 104.5-107 µm; width 13.75 µm; density of striae 14/10 µm. Length/width 10:1-12:1.
Localities: Choy.
Ecological data: Periphytic, unattached. T = 26-27° C, pH = 7-7.6, C = 800 µs cm^{-1}.
Literature data: pH = acidophilous, alkaliphilous; gh = aerophilous, fossil sediments, natural wells. sh = euplanktonic; ts = euthermal, mesothermal. Conductivity 400-20,000 µs cm^{-1}. Total phosphates 0.02-0.57 mg l^{-1}.
Reports from México: State of México (Ehrenberg,1870); Texcoco (Bradbury, 1971); Central México (Metcalfe, 1985, 1988); Yucatán (Sánchez, 1985); San Luis Potosí (Carmona, 1993).

Achnanthaceae Kützing 1844

Achnanthes inflata (Kützing) Grunow *in* Cleve & Grunow 1880 (Fig. 2, b, c)

Length 21-32 µm; width 8.6-10 µm; density of striae 10/10 µm; 10-12 puncta /10 µm.
Localities: Puente de Dios, Huichihuayan.
Ecological data: Periphytic, unattached. T = 20-26° C, pH = 7-7.8, C = 300 µs cm^{-1}.
Literature data: pH = alkaliphilous; hs = oligohalobous; ss = mesosaprobic; cs = limnophilous, rheophilous; gh = aerophilous, thick walls, waterfalls, streams, lakess, springs; sh = tychoplanktonic, periphytic: epiphytic; ts = euthermal. Low level of organic matter. Tropical species.
Reports from México: Puebla (Tehuacán, Avila, 1989; Cuesta, 1993); Morelos (Valadez, 1992); San Luis Potosí (Carmona, 1993); Oaxaca (Tavera, Elster & Marvan, 1994).

Cocconeis pediculus Ehrenberg 1838 (Fig. 2, d, e)

Length 22.56-25.3 µm; width 19.68-20 µm; density of striae 19/10 µm in the center and 19-20/10 µm near of margins.
Localities: Nacimiento El Salto.
Ecological data: Periphytic, epiphytic, epilithic, T = 25.5° C, pH = 7, C = 1300 µs cm^{-1}.
Literature data: pH = alkaliphilous; hs = oligohalobous: indifferent; ss = oligosaprobic, mesosaprobic, saproxenous; cs = rheophilous, indifferent; gh = river, spring, pond, aerophilous, reedbed; sh = periphytic: epiphytic, epilithic. Calcareous waters.
Reports from México: State of México (Ortega, 1984); Puebla (Tehuacán: Avila, 1989; Ibarra, 1992); Central México (Metcalfe, 1985); San Luis Potosí (Cantoral, 1990, 1993; Cantoral-Uriza & Montejano-Zurita, 1993).

Cocconeis placentula Ehrenberg 1838 var. *placentula* (Fig. 2, f)

Length 25-29 µm; width 11.56-20 µm; density of striae 20-22/10 µm in the center, 18-20/10 µm near the margins and 19-20/10 µm at the poles.
Localities: Nacimiento El Salto.
Ecological data: Periphytic, epiphytic. T = 25.5° C, pH = 7, C = 1300 µs cm^{-1}.
Literature data: pH = indifferent, alkaliphilous; hs = oligohalobous, indifferent; euryhalobous; ss = mesosaprobic, saprophobic, saproxenous; cs = indifferent; gh = river, lakes, pond, spring, stream, irrigation channel, diatomaceous earth, estuaries, natural wells, gully; sh = euplanktonic, tychoplanktonic, periphytic, epiphytic, epilithic; ts = euthermal, mesothermal. Calcareous waters. Low level of organic matter.
Reports from México: Michoacán (Pátzcuaro, Hutchinson, Patrick & Deevey, 1956); Tlaxcala (Quintana, 1961); State of México (Texcoco, Bradbury, 1970, 1971); Central México (Kusel-Fetzmann, 1973); Guanajuato (Acámbaro, Ortega, 1984); Hidalgo, (Atotonilco el Grande, Michoacán, Zinapécuaro, Ortega, 1984; Metcalfe, 1985, 1988); Yucatán (Sánchez, 1985); Puebla (Tehuacán, Novelo, 1985; Navarro, 1988; Laguna de Victoria, Mendoza-González, 1985); Oaxaca (Sierra de Juárez, Tavera & González-González, 1990); San Luis Potosí (Cantoral, 1990, 1993; Cantoral-Uriza & Montejano-Zurita, 1993).

Cocconeis placentula var. *euglypta* (Ehrenberg 1854) Grunow 1884

Length 15-18 µm; width 10-13 µm; density of striae 16-18/10 µm in the center; puncta 14/10 µm.
Localities: Nacimiento El Salto, Puente de Dios, Huichihuayan, Choy.
Ecological data: Periphytic, epiphytic. T = 20-27° C, pH = 7-7.6, C = 300-1500 µs cm^{-1}.
Literature data: pH = alkaliphilous; hs = oligohalobous: halophilous; ss = mesosaprobic, oligosaprobic; cs = indifferent, rheophilous; gh = lakes, river, pond, aerophilous; streams, waterfalls, mud, river sediment, sulphurous spring; sh = euplanktonic, periphytic: epiphytic, epilithic; ts = euthermal, mesothermal. Conductivity 400-20,000 µs cm^{-1}. Total phosphates 0.02-0.83 mg l^{-1}.
Reports from México: Michoacán (Ortega, 1984); Central México (Metcalfe, 1985, 1988); Oaxaca (Tavera & González-González, 1990; Tavera, Elster & Marvan, 1994); Puebla (Tehuacán: Ibarra, 1992); San Luis Potosí (Carmona, 1993).

Cocconeis placentula var. *lineata* (Ehrenberg 1843) Van Heurck 1885 (Fig. 2, g, h)

Length 27-33 µm; width 13.95-16 µm; density of striae 18-19/10 µm in the center, 16-17/10 µm near the margins, and 19-20/10 µm at the poles.
Localities: Nacimiento El Salto.
Ecological data: Periphytic, epiphytic, epilithic. T = 25.5° C. pH = 7, C = 1300 µs cm^{-1}.
Literature data: Patrick & Reimer (1975) report a larger number of striae in the axial area (19-23/10 µm). pH = alkaliphilous; hs = oligohalobous; ss = oligosaprobic, mesosaprobic; cs = indifferent, rheophilous; gh = river; sh = periphytic, epiphytic; ts = euthermal. Conductivity 400-20,000 µs cm^{-1}. Total phosphates 0.02-0.83 mg l^{-1}. High level of organic matter.
Reports from México: Central México (Ortega, 1984; Metcalfe, 1985, 1988); San Luis Potosí (Cantoral, 1993).

Naviculaceae Kützing 1844

Amphipleura lindheimeri Grunow 1862

Length 117-155 µm; width 22.5-25.5 µm.
Localities: Nacimiento El Salto.
Ecological data: Periphytic, unattached. T = 25.5° C, pH = 7, C = 1300 µs cm^{-1}.
Literature data: hs = oligohalobous; ss = mesosaprobic; cs = rheophilous.
Reports from México: Morelos (Valadez, 1992).

Amphipleura pellucida (Kützing) Kützing 1844 (Fig. 3, a)

Length 69.25-140 µm; width 7-9 µm; density of striae 37-40/10 µm.
Localities: Nacimiento El Salto, Puente de Dios, Huichihuayan, Choy.
Ecological data: Periphytic, unattached. T = 20-27° C, pH = 7-7.8, C = 300-1300 µs cm^{-1}.
Literature data: ss = oligosaprobic, saprophobic; cs = rheophilous; gh = river, pond; sh = periphytic. Frequently in brackish water.
Reports from México: Oaxaca (Navarro, 1988); San Luis Potosí (Cantoral 1990, 1993; Cantoral-Uriza & Montejano-Zurita, 1993; Carmona, 1993).

Amphora copulata (Kützing) Schoeman & Archibald 1986 (Fig. 3, b)

Length 33-41.6 µm; width 6.8-9 µm; width of girdle view 5.8-20 µm; density of striae 9-10/10 µm; 10-11/10 µm at the poles.
Localities: Nacimiento El Salto.
Ecological data: Periphytic, unattached. T = 25.5° C, pH = 7, C = 1300 µs cm^{-1}.
Literature data: pH = alkaliphilous, alkalibiontic, indifferent; hs = oligohalobous, halophilous, indifferent, euryhalobous; gh = pond, stream; sh = periphytic. High conductivity.
Reports from México: this taxon is cited *A. ovalis* (Ehrenberg) Ehrenberg var. *libyca* (Ehrenberg) Cleve, for Hidalgo, Jalisco (Ortega, 1984).

Amphora ovalis (Kützing) Kützing 1844

Length 43.5-50 µm; width 21.6-31.5 µm; density of striae 8-10/10 µm.
Localities: Puente de Dios, Huichihuayan.
Ecological data: Periphytic, unattached. T = 20-25° C, pH = 7, C = 300 µs cm^{-1}.
Literature data: pH = alkaliphilous, alkalibiontic; hs = oligohalobous; ss = oligosaprobic, mesosaprobic; cs = rheophilous, indifferent; gh = river, pond, thick wall, fossil sediments, estuaries, springs, alpine lakes; sh = euplanktonic, tychoplanktonic, periphytic; ts = euthermal.
Reports from México: Michoacán (Pátzcuaro, Hutchinson, Patrick & Deevey, 1956); State of México (Texcoco, Bradbury, 1970, 1971); Hidalgo, Jalisco (Ortega, 1984); Central México (Metcalfe, 1985, 1988); Yucatán (Sánchez, 1985); Oaxaca (Tavera & González-González, 1990); Morelos (Valadez, 1992); Puebla (Tehuacán, Cuesta, 1993); San Luis Potosí (Carmona, 1993).

Capartogramma crucicula (Grunow *ex* Cleve) Ross 1963 (Fig. 3, c)

Length 28.5-31 µm; width 7.5-9.5 µm.
Localities: Nacimiento El Salto.

Ecological data: Periphytic, unattached. T = 25.5° C, pH = 7, C = 1300 µs cm^{-1}.
Literature data: hs = mesohalobous; cs = rheobiontic, thermal waters; gh = river, lakes, spring thermal; ts = euthermal.
Reports from México: San Luis Potosí (Cantoral, 1990; Cantoral-Uriza & Montejano-Zurita, 1993).

Cymbella cymbiformis Agardh 1830 (Fig. 3, d)

Length 70-98.5 µm; width 14.75-15.25 µm; density of striae 8/10 µm in the center and 9/10 µm at the poles.
Localities: Nacimiento El Salto.
Ecological data: Periphytic, unattached. T = 25.5° C, pH = 7, C = 1300 µs cm^{-1}.
Literature data: longer and wider than the reports of Patrick & Reimer (1975): 30-80 µm by 9-15 µm. Hustedt (1930), reports up to 100 µm length. pH = alkaliphilous, indifferent; hs = oligohalobous; ss = saprophobic; cs = rheophilous; gh = rivers, spring, lakes; sh = periphytic, epiphytic; ts = euthermal. Low level of organic matter.
Reports from México: Hidalgo (Mineral del Monte, Real del Monte, Ortega, 1984); Central México (Metcalfe, 1985, 1988); San Luis Potosí (Cantoral, 1990, 1993; Cantoral-Uriza & Montejano-Zurita, 1993).

Cymbella delicatula Kützing 1849

Length 17-47 µm; width 3-7 µm; density of dorsal striae 8-9/10 µm; ventral striae 9/10 µm.
Localities: Nacimiento El Salto.
Ecological data: Periphytic, epilithic, unattached. T = 25.5° C, pH = 7, C = 1300 µs cm^{-1}.
Literature data: pH = acidophilous; ns = oligotrophic; gh = river, stream; sh = periphytic.
Reports from México: San Luis Potosí (Cantoral, 1990, 1993; Cantoral-Uriza & Montejano-Zurita, 1993); Puebla (Tehuacán, Ibarra, 1992).

Cymbella gracilis (Ehrenberg 1843) Kützing 1844

Length 18.81-46 µm; width 4-9 µm; density of dorsal striae 12-16/10 µm, and 8-18/10 µm at the poles, ventral valve with striae in central region 14/10 µm.
Localities: Nacimiento El Salto.
Ecological data: Periphytic, epilithic, epiphytic. T = 25.5° C, pH = 7, C = 1300 µs cm^{-1}.
Literature data: pH = alkaliphilous; ss = saproxenous; gh = river, acid peat bog, lakes; sh = euplanktonic, periphytic; ts = euthermal, mesothermal. Conductivity 400-5000 µs cm^{-1}. Total phosphates 0.02-0.57 mg l^{-1}.
Reports from México: San Luis Potosí (Cantoral, 1993).

Cymbella hustedtii Krasske 1923 (Fig. 3, e)

Length 24.48-25.7 µm; width 8.1-9.9 µm; density of striae 10-11/10 µm.
Localities: Nacimiento El Salto.
Ecological data: Periphytic, unattached. T = 25.5° C, pH = 7, C = 1300 µs cm^{-1}.
Literature data: ns = oligotrophic.
Reports from México: First report.

Cymbella mexicana (Ehrenberg) Cleve 1894 (Fig. 3, f)

Length 51.2-160 µm; width 18.08-38.87 µm; density of central striae 6-8/10 µm; striae at the poles 9-10/10 µm; puncta 11/10 µm.
Localities: Puente de Dios.
Ecological data: Periphytic, epiphytic. T = 25° C, pH = 7.
Literature data: smalle than reported by Patrick & Reimer (1975): length 80-165 µm; width 24-33 µm. pH = alkaliphilous; hs = oligohalobous, halophilous; cs = rheophilous, rheobiontic; gh = river, spring, diatomaceous earth; sh = periphytic; ts = mesothermal. Calcareous water.
Reports from México: Tlaxcala (Quintana, 1961); State of México (Texcoco, Bradbury, 1971; Ehrenberg, 1870); Guanajuato, Michoacán (Ortega, 1984); Hidalgo (Tulancingo, Ehrenberg, 1870; Ortega, 1984); Central México (Metcalfe, 1985, 1988); San Luis Potosí (Cantoral, 1990, 1993; Cantoral-Uriza & Montejano-Zurita, 1993; Carmona, 1993); Morelos (Valadez, 1992); Puebla (Tehuacán, Cuesta, 1993).

Cymbella muelleri Hustedt 1938

Length 41 µm; width 10.5 µm; density of central striae 7/10 µm; 6-7/10 µm at the poles.
Localities: Nacimiento El Salto.
Ecological data: Periphytic, unattached. T = 25.5° C, pH = 7, C = 1300 µs cm^{-1}.
Literature data: pH = alkaliphilous; gh = streams; ts = euthermal, mesothermal. Conductivity 400-20,000 µs cm^{-1}. Total phosphates 0.02-0.83 mg l^{-1}. Calcareous water.
Reports from México: Central México (Metcalfe, 1985, 1988); Puebla (Tehuacán, Ibarra, 1992).

Cymbella silesiaca Bleisch *in* Rabenhorst 1864

Length 29.04-31 µm (80 µm); width 8-9.42 µm (20 µm); density of dorsal striae 7/10 µm; ventral striae (11) 14-16/10 µm.
Localities: Puente de Dios.
Ecological data: Periphytic, unattached. T = 25° C, pH = 7.
Literature data: pH = indifferent, alkaliphilous; hs = oligohalobous; ns = eutrophic, oligotrophic; cs = rheophilous; gh = spring, pond, river, aerophilous; sh = periphytic, epilithic.
Reports from México: Central México (Metcalfe, 1985, 1988); San Luis Potosí (Carmona, 1990, 1993; Cantoral-Uriza & Montejano-Zurita, 1993); Oaxaca (Tavera, Elster & Marvan, 1994).

Cymbella tumida (Brébisson) Van Heurck 1880 (Fig. 3, g)

Length 65-70 µm; width 17-18 µm; density of striae 9-10/10 µm; 11-12/10 µm at the poles. Puncta 16-20/10 µm.
Localities: Huichihuayan, Choy.
Ecological data: Periphytic, unattached. T = 20-27° C, pH = 7-7.6, C = 300-800 µs cm^{-1}.
Literature data: pH = alkaliphilous, alkalibiontic; hs = oligohalobous: halophilous; ss = mesosaprobic, oligosaprobic, saproxenous; cs = indifferent; gh = rivers, lakes, spring, pond, aerophilous, edaphic; sh = periphytic, epilithic, epiphytic; ts = euthermal, mesothermal, metathermal. Conductivity 400-20,000 µs cm^{-1}. Total phosphates 0.02-0.29 mg l^{-1}. Low level of organic matter.

Reports from México: Central México (Kusel-Fetzmann, 1973; Metcalfe, 1985, 1988); Oaxaca (Tavera & González-González, 1990); Morelos (Valadez, 1992); San Luis Potosí (Carmona, 1993).

Diploneis elliptica (Kützing) Cleve 1891 (Fig. 3, h)

Length 32.75-35.28 µm; width 15.75-18.76 µm; costae 9-11/10 µm, with a simple row of alveoli.
Localities: Nacimiento El Salto.
Ecological data: Periphytic, epipelic, unattached. T = 25.5° C, pH = 7, C = 1300 µs cm^{-1}.
Literature data: pH = alkaliphilous, indifferent; hs = oligohalobous; ss = saproxenous; cs = limnophilous; gh = lakes, river, springs, pond, aerophilous; sh = euplanktonic, periphytic; ts= mesothermal, oligothermal, metathermal. Conductivity 400-20,000 µs cm^{-1}. Total phosphates 0.02-0.57 mg l^{-1}. Low level of organic matter.
Reports from México: State of México (Texcoco, Bradbury, 1971); Central México (Metcalfe, 1985, 1988); San Luis Potosí (Cantoral, 1990, 1993; Cantoral-Uriza & Montejano-Zurita, 1993).

Diploneis ovalis (Hilse) Cleve 1891 (Fig. 4, a)

Length 14-22.5 µm; width 9-11.5 µm; density of striae 9-10/10 µm in the center; 10-11/10 µm at the poles.
Localities: Nacimiento El Salto.
Ecological data: Periphytic, unattached. T = 25.5° C, pH = 7, C = 1300 µs cm^{-1}.
Literature data: pH = alkaliphilous; hs = mesohalobous. cs = rheophilous; gh = aerophilous, spring, peat bog; sh = periphytic: epipelic, ephilithic; ts = euthermal. Conductivity 3001-5000 µs cm^{-1}. Total phosphates 0.30-0.57 mg l^{-1}.
Record from México: Michoacán (Pátzcuaro, Hutchinson, Patrick & Deevey, 1956); Morelos (Valadez, 1992); Puebla (Tehuacán, Cuesta, 1993).

Gomphonema angustum Agardh 1831 (Fig. 4, b)

Length 52.8-68.29 µm (87.76 µm); width 7.52-7.84 µm (12 µm); density of striae 9-10/10 µm in the center; 10-11/10 µm at the poles.
Localities: Nacimiento El Salto.
Ecological data: Periphytic, unattached. T = 25.5° C. pH = 7, C = 1300 µs cm^{-1}.
Literature data: pH = alkaliphilous.
Reports from México: First report.

Gomphonema gracile Ehrenberg 1838

Length 48.5-60 µm; width 8.74-10 µm; density of striae 11/10 µm in the center.
Localities: Puente de Dios, Huichihuayan, Choy.
Ecological data: Periphytic, epiphytic. T = 20-27° C, pH = 7-8, C = 300-800 µs cm^{-1}.
Literature data: pH = alkaliphilous, indifferent; hs = oligohalobous: halophilous; ss = mesosaprobic, oligosaprobic, saprophobic; ns = oligotrophic; cs = limnobiontic, limnophilous, rheophilous; gh = river, lagoons, waterfalls, natural wells, aerophilous; sh = euplanktonic, periphytic: epipelic, epiphytic; ts = euthermal, mesothermal. Conductivity 400-20,000 µs cm^{-1}. Total phosphates 0.02-0.57 mg l^{-1}.

Reports from México: Hidalgo, Puebla, State of México (Ixtlahuaca, Ehrenberg, 1870); Michoacán (Pátzcuaro, Hutchinson, Patrick & Deevey, 1956); State of México (Texcoco, Bradbury, 1971); Central México (Kusel-Fetzmann, 1973; Metcalfe, 1985, 1988); Coahuila, Guanajuato, Hidalgo, Jalisco, Michoacán (Ortega, 1984); San Luis Potosí (Carmona, 1993); Oaxaca (Tavera, Elster & Marvan, 1994).

Gomphonema grunowii Patrick 1975

Length 37.2-41.1 µm; width 9.44-9.92 µm; density of striae 16/10 µm in the center; 12-13/10 µm at the poles.
Localities: Choy.
Ecological data: Periphytic, epiphytic. T = 26-27° C, pH = 7-7.6, C = 800 µs cm^{-1}.
Literature data: pH = alkaliphilous; ts = mesothermal. Conductivity 400-3000 µs cm^{-1}. Total phosphates 0.02-0.29 mg l^{-1}.
Reports from México: Central México (Patrick & Reimer, 1975; Metcalfe, 1985, 1988); Hidalgo (Ortega, 1984); San Luis Potosí (Carmona, 1993).

Gomphonema pseudoaugur Lange-Bertalot 1979

Length 33.22-40.68 µm; width 8.14-9.72 µm; density of striae 7-8/10 µm in the center, 8/10 µm at the poles.
Localities: Nacimiento El Salto.
Ecological data: Periphytic, unattached. T = 25.5° C, pH = 7, C = 1300 µs cm^{-1}.
Literature data: ss = mesosaprobic; ns = eutrophic, mesotrophic.
Reports from México: First report.

Gomphonema truncatum Ehrenberg 1832 (Fig. 4, c)

Length 30-85 µm; width 7-11 µm; density of striae 8-11/10 µm in the center.
Localities: Puente de Dios, Huichihuayan.
Ecological data: Periphytic, unattached. T = 20-25° C, pH = 7-7.2, C = 300 µs cm^{-1}.
Literature data: pH = alkaliphilous; hs = mesohalobous; ss = mesosaprobic; cs = indifferent; ts = mesothermal.
Reports from México: Hidalgo (Ehrenberg, 1870); Hidalgo (Mineral del Monte, Ortega, 1984); Morelos (Valadez, 1992).

Gyrosigma acuminatum (Kützing) Rabenhorst 1853

Length 98.4-102 µm; width 14-16.7 µm; density of striae 16-18/10 µm transverse; 18-19/10 µm longitudinal.
Localities: Nacimiento El Salto, Huichihuayan.
Ecological data: Periphytic, epilithic, unattached. T = 20-25.5° C, pH = 7-7.2, C = 300-1300 µs cm^{-1}.
Literature data: pH = alkalibiontic; hs = oligohalobous; ss = mesosaprobic, oligosaprobic; ns = eutrophic; cs = rheophilous, indifferent; gh = river, spring, pond, irrigation channel, gully, reservoir; sh = periphytic, epiphytic. Calcareous water.
Reports from México: Puebla (Tehuacán, Novelo, 1985); San Luis Potosí (Cantoral, 1990, 1993; Cantoral-Uriza & Montejano-Zurita, 1993; Carmona, 1993).

Gyrosigma nodiferum (Grunow) Reimer 1966 (Fig. 4, d)

Length 80.8-82.17 µm; width 13.5-14.72 µm; density of striae 19-20/10 µm transverse; 22-23/10 µm longitudinal. Central area oblique, 6.4-7.79 µm length.
Localities: Nacimiento El Salto.
Ecological data: Periphytic, unattached. T = 25.5° C, pH = 7, C = 1300 µs cm^{-1}.
Literature data: hs = oligohalobous; ss = mesosaprobic; gh = ponds.
Reports from México: San Luis Potosí (Cantoral, 1990, 1993; Cantoral-Uriza & Montejano-Zurita, 1993).

Gyrosigma scalproides (Rabenhorst) Cleve 1894

Length 52.2 µm; width 10.7 µm; density of striae 20/10 µm transverse; 28-31/10 µm longitudinal.
Localities: Huichihuayan, Puente de Dios.
Ecological data: Periphytic, unattached. T = 20-25° C, pH = 7-7.2, C = 300 µs cm^{-1}.
Literature data: pH = alkalibiontic; hs = oligohalobous: halophilous; ss = oligosaprobic, mesosaprobic; cs = rheophilous, indifferent; ns = mesotrophic; gh = river, lakes, irrigation channel, gully, ponds, springs, aerophilous; sh = periphytic, epiphytic.
Reports from México: Central México (Metcalfe, 1985, 1988); Oaxaca (Tavera, Elster & Marvan, 1994).

Gyrosigma spenceri (Quekett) Griffith & Henfrrey 1856 (Fig. 4, e)

Length 76-94.5 µm; width 10.5-13.5 µm; density of striae 18-20/10 µm transverse; 17-22/10 µm longitudinal.
Localities: Nacimiento El Salto.
Ecological data: Periphytic, unattached. T = 25.5° C, pH = 7, C = 1300 µs cm^{-1}.
Literature data: pH = alkalibiontic; hs = mesohalobous, oligohalobous; ss = mesosaprobic; gh = river, fossil sediments.
Reports from México: Central México (Metcalfe, 1985, 1988); State of México (Texcoco, Bradbury, 1971); Morelos (Valadez, 1992).

Navicula charlatii Peragallo 1921

Length 28.8-30 µm; width 10.35-11 µm; density of striae 15-16/10 µm.
Localities: Huichihuayan.
Ecological data: Periphytic, T = 21-22° C, pH = 7.
Literature data: pH = indifferent; gh = river; sh = periphytic.
Reports from México: Central México (Metcalfe, 1985, 1988); San Luis Potosí (Carmona, 1993).

Navicula pseudotuscula Hustedt 1943

Length 34 µm; width 12 µm; density of striae with punctae 15/10 µm.
Localities: Nacimiento El Salto.
Ecological data: Periphytic, unattached. T = 25.5° C, pH = 7, C = 1300 µs cm^{-1}.
Literature data: pH = alkalibiontic; ss = oligosaprobic.
Reports from México: First report.

Navicula radiosa Kützing 1844

Length (42.4 µm) 63.75-70 µm; width (10 µm) 11.25-12 µm; density of striae 9-12/10 µm in the center; 11/10 µm at the poles.
Localities: Nacimiento El Salto, Puente de Dios.
Ecological data: Periphytic, unattached. T = 25-25.5° C, pH = 7, C = 1300 µs cm^{-1}.
Literature data: pH = indifferent, alkaliphilous, alkalibiontic; hs = mesohalobous, oligohalobous; ss = mesosaprobic, oligosaprobic, saprophobic; cs = indifferent; gh = river, lakes, pond, alpine lakes, spring, thick wall, aerophilous; sh = euplanktonic, periphytic; epilithic; ts = mesothermal, oligothermal, eurythermal.
Reports from México: Michoacán (Pátzcuaro, Hutchinson, Patrick & Deevey, 1956; Ortega, 1984); State of México (Texcoco, Bradbury, 1971); Central México (Metcalfe, 1985, 1988); San Luis Potosí (Cantoral, 1990, 1993; Cantoral-Uriza & Montejano-Zurita, 1993); Oaxaca (Tavera, Elster & Marvan, 1994).

Navicula viridula (Kützing) Ehrenberg 1838 var. *rostellata* (Kützing) Cleve 1895

Length 42.75 µm; width 9.2 µm; density of striae 10/10 µm in the center.
Localities: Huichihuayan.
Ecological data: Periphytic, unattached. T = 21° C, pH = 7.
Literature data: ss = mesosaprobic; sh = periphytic, epipelic.
Reports from México: Central México (Metcalfe, 1985); San Luis Potosí (Carmona, 1993).

Pinnularia mesolepta (Ehrenberg 1843) W. Smith 1853 (Fig. 5, a)

Length 48-54 µm; width 10-11 µm; density of striae 11-14/10 µm in the center; 12-13/10 µm at the poles.
Localities: Nacimiento El Salto.
Ecological data: Periphytic, unattached. T = 25.5° C, pH = 7, C = 1300 µs cm^{-1}.
Literature data: ss = oligosaprobic.
Reports from México: First report.

Pinnularia viridis (Nitzsch) Ehrenberg 1843 (Fig. 5, b)

Length 80 µm; width 26 µm; density of striae 7/10 µm.
Localities: Nacimiento El Salto, Puente de Dios.
Ecological data: Periphytic, unattached. T = 25-25.5° C, pH = 7, C = 1300 µs cm^{-1}.
Literature data: pH = indifferent, alkaliphilous; hs = oligohalobous, indifferent, euryhalobous; ss = mesosaprobic; gh = pond, river; sh = periphytic; ts = eurythermal. Low-medium conductivity.
Reports from México: Hidalgo, State of México (Ixtlahuaca, Ehrenberg, 1870); Hidalgo (Ortega, 1984).

Epithemiaceae Grunow 1860

Epithemia adnata (Kützing) Brébisson 1838

Length 42.4 µm; width 9.8 µm; density of costae 3-4/10 µm; costae 10-12/10 µm separating rows of alveoli 2-3.
Localities: Choy.
Ecological data: Periphytic, unattached. T = 27° C, pH = 7.
Literature data: pH = alkaliphilous, alkalibiontic; hs = oligohalobous; ss = mesosaprobic, saproxenous; cs = indifferent; gh = river, lakes, spring, aerophilous, alpine lakes, thick wall; sh = euplanktonic, tychoplanktonic, periphytic, epiphytic; ts = euthermal, mesothermal, eurythermal. Conductivity 400-20,000 µs cm^{-1}. Total phosphates 0.02-0.57 mg l^{-1}.
Reports from México: Michoacán (Pátzcuaro, Hutchinson, Patrick & Deevey, 1956; Quintana, 1961); State of México (Texcoco, Bradbury, 1971; Mendoza-González, 1985); Hidalgo (Ortega, 1984); Central México (Metcalfe, 1985, 1988); Oaxaca (Tavera & González-González, 1990); San Luis Potosí (Carmona, 1993).

Rhopalodia gibba (Ehrenberg) O. Müller 1895 (Fig. 5, c)

Length (38.1 µm) 122.5-127.25 µm, width 23.75-24.96 µm; with 6-7 rows of alveoli; density of striae 11-16/10 µm. Costae 6-8/10 µm with 2-3 alveoli.
Localities: Puente de Dios.
Ecological data: Periphytic, unattached. T = 25° C, pH = 7.
Literature data: pH = alkaliphilous, alkalibiontic; hs = oligohalobous; ss = mesosaprobic, oligosaprobic; ns = eutrophic; cs = rheophilous, indifferent; gh = river, spring, lakes, gully, fossil sediment, thick wall, aerophilous, pond, natural well of thermal water; sh = tychoplanktonic, periphytic, epipelic, epiphytic; ts = euthermal, mesothermal. Conductivity 400-20,000 µs cm^{-1}. Total phosphates 0.02-0.83 mg l^{-1}.
Reports from México: Michoacán (Pátzcuaro, Hutchinson, Patrick & Deevey, 1956); Tlaxcala (Quintana, 1961); State of México (Texcoco: Bradbury, 1971); Coahuila, Michoacán (Ortega, 1984); Puebla, Oaxaca and Veracruz (Avila, 1985, 1989; Tavera & González-González, 1990; Cuesta, 1993; Tavera, Elster & Marvan, 1994); Morelos (Valadez, 1992); Central México (Kusel-Fetzmann, 1973; Mendoza-González, 1985; Metcalfe, 1988); San Luis Potosí (Cantoral, 1990, 1993; Cantoral-Uriza & Montejano-Zurita, 1993; Carmona, 1993).

Bacillariaceae Ehrenberg 1831

Denticula valida (Pedicino) Grunow *in* Van Heurck 1881 (Fig. 5, d)

Length 15.39 µm; width 4.68 µm; density of striae 14-20/10 µm; costae 4/10 µm.
Localities: Nacimiento El Salto.
Ecological data: Periphytic, unattached. T = 25.5° C, pH = 7, C = 1300 µs cm^{-1}.
Literature data: cs = rheophilous; gh = river, spring thermal; ts = mesothermal.
Reports from México: Michoacán and Jalisco (Ortega, 1984); Puebla (Navarro, 1988); Oaxaca (Tavera & González-González, 1990); Morelos (Valadéz, 1992).

Denticula tenuis Kützing 1844 (Fig. 5, e)

Length 15-17 µm; width 3.9-4.5 µm; density of striae 14-18/10 µm; costae 5-6/10 µm.
Localities: Huichihuayan.
Ecological data: Periphytic, unattached. T = 21° C, pH = 7.
Literature data: ss = oligosaprobic, saproxenous; cs = rheophilous; gh = river; ts = mesothermal. Calcareous water.
Reports from México: San Luis Potosí (Carmona, 1993).

Nitzschia hantzschiana Rabenhorst 1860

Length 7.8-20 µm; width 6-6.6 µm; density of fibulae 6-7/10 µm, striae 13-14/10 µm. Fibulae occasionally quite thick, the two central ones more deviated.
Localities: Puente de Dios, Huichihuayan, Choy.
Ecological data: Periphytic, unattached. T = 20-27° C, pH = 7-8, C = 300-1500 µs cm^{-1}.
Literature data:. pH = acidophilous, alkaliphilous; hs = oligohalobous; ss = mesosaprobic, oligosaprobic, saproxenous; cs = indifferent; gh = river, alpine lakes, thick wall, arid land; sh = periphytic; ts = euthermal, mesothermal, oligothermal, metathermal. Conductivity 400-5000 µs cm^{-1}. Total phosphates 0.02-0.57 mg l^{-1}.
Reports from México: Central México (Metcalfe, 1985, 1988); State of México (Texcoco, Bradbury, 1971); Oaxaca (Tavera & González-González, 1990); Puebla (Tehuacán, Ibarra, 1992); San Luis Potosí (Carmona, 1993).

Nitzschia sinuata (Thwaites *ex* W. Smith) Grunow 1880

Length 20.25-28 µm; width 7.2-8.6 µm; density of fibulae 6/10 µm, striae 18-23/10 µm. Costae 6/10 µm.
Localities: Huichihuayan.
Ecological data: Periphytic, epilithic, unattached. T = 20-22° C, pH = 7-7.2, C = 300 µs cm^{-1}.
Literature data: range of striae larger than reported by Germain (1981) 18-20/10 µm. pH = acidophilous, alkaliphilous; cs = indifferent; gh = river; sh = periphytic, epilithic (calcareous rocks). Waters rich in oxygen.
Reports from México: San Luis Potosí (Cantoral, 1990, 1993; Cantoral-Uriza & Montejano-Zurita, 1993; Carmona, 1993).

Surirellaceae Kützing 1844

Campylodiscus hibernicus Ehrenberg 1845

Diameter of valve 79-88.8 µm; fibules 20-22/100 µm.
Localities: Puente de Dios, Huichihuayan.
Ecological data: Periphytic, unattached. T = 20-25° C, pH = 7-7.2, C = 300 µs cm^{-1}.
Literature data: pH = alkalibiontic; hs = mesohalobous; ss = saproxenous; gh = river, pond; sh = periphytic.
Reports from México: San Luis Potosí (Carmona, 1993).

Surirella constricta **W. Smith 1851**

Length 137.5 μm; width 12.3 μm; costae 20/100 μm.
Localities: Puente de Dios.
Ecological data: Periphytic, unattached. T = 25° C, pH = 7.
Literature data: pH = indifferent; hs = oligohalobous; cs = rheophilous; gh = river, aerophilous; sh = tychoplanktonic; ts = oligothermal, stenothermal.
Reports from México: Central México (Metcalfe, 1985, 1988); Puebla (Tehuacán, Avila, 1989); San Luis Potosi (Carmona, 1993).

Surirella linearis **var.** ***helvetica*** **(Brun) Meister 1912**

Length 59 μm; width 18.5 μm; striae 23/10 μm; density of alveoli 22/100 μm.
Localities: Nacimiento El Salto.
Ecological data: Periphytic, unattached. T = 25.5° C, pH = 7, C = 1300 μs cm^{-1}.
Literature data: hs = oligohalobous; ss = mesosaprobic; gh = river. High conductivity. Litoral.
Reports from México: First report.

Surirella ovalis **Brébisson 1838**

Length 147 μm; width 21 μm; density of alveoli 2/10 μm; density of striae 19-20/10 μm.
Localities: Nacimiento El Salto.
Ecological data: Periphytic, unattached. T = 25.5° C, pH = 7, C = 1300 μs cm^{-1}.
Literature data: pH = indifferent, alkaliphilous; hs = mesohalobous, oligohalobous; ss = mesosaprobic, oligosaprobic; cs = indifferent; gh = river, spring, pond, gully, aerophilous, fossil sediments; sh = tychoplanktonic, periphytic; ts = euthermal, mesothermal. Conductivity 400-20,000 μs cm^{-1}. Total phosphates 0.02-0.83 mg l^{-1}.
Reports from México: Central México (Metcalfe, 1985, 1988); State of México (Texcoco, Bradbury, 1971); Oaxaca (Tavera & González-González, 1990); Puebla (Tehuacán, Avila, 1989; Ibarra, 1992).

Surirella robusta **Ehrenberg 1841**

Length 174 μm; width 76.95 μm; costae 18-19/100 μm.
Localities: Nacimiento El Salto, Puente de Dios.
Ecological data: Periphytic, unattached. T = 25-25.5° C, pH = 7. C = 1300 μs cm^{-1}.
Literature data: pH = indifferent; hs = oligohalobous; ss = mesosaprobic; gh = river, reservoir; sh = tychoplanktonic, periphytic; ts = euthermal.
Reports from México: Central México (Metcalfe, 1985, 1988); San Luis Potosí (Carmona, 1993).

There is a high coincidence between the values of environmental parameters of the diatoms found in the Huasteca and those reported in the literature (Tab. 3). With respect to temperature there are reports in the literature for 31 of the 57 species; of these, 24 coincided with our values (20-27° C, mesothermal or euthermal), 7 of these have been reported as euthermal; the other 7 have a wide temperature range (eurythermal, oligothermal, mesothermal, metathermal to euthermal). 37 of 41 species with data on pH have been

Species	A	B	C	D
Cyclotella meneghiniana				1, 2
Melosira lineata				1
Actinocyclus normanii				1
Pleurosira laevis		1, 2		
Terpsinoe musica		2		
Eunotia praerupta var. *bidens*		1, 2		
Achnanthes inflata		1	1	1
Cocconeis pediculus	1		1	
Cocconeis placentula var. *placentula*	2, 3	1, 2		
Cocconeis placentula var. *euglypta*		1, 2	1	1, 2
Cocconeis placentula var. *lineata*	1	1	1	1
Amphipleura lindheimeri				1
Amphipleura pellucida	1 ,3			
Amphora ovalis	1	1	1, 2	1
Capartogramma crucicula		1		
Cymbella cymbiformis	3	1		1
Cymbella gracilis	2	1, 2	1	
Cymbella mexicana		2	1	1, 2
Cymbella silesiaca				1
Cymbella muelleri		1, 2	1	
Cymbella tumida			1, 2	1, 2
Diploneis elliptica	2			1
Diploneis ovalis		1	1	
Fragilaria capucina var. *radians*	1			
Gomphonema angustum			1	
Gomphonema gracile		1, 2		1, 2
Gomphonema grunowii		2	1	
Gomphonema truncatum		2	1	
Gyrosigma acuminatum			2	1
Gyrosigma nodiferum				1
Gyrosigma scalproides	1		2	1, 2
Gyrosigma spenceri			2	
Navicula pseudotuscula			2	
Pinnularia mesolepta	1			
Pinnularia viridis		3		
Epithemia adnata		1, 2, 3	1, 2	1
Rhopalodia gibba		1, 2	1, 2	1
Denticula valida		2		
Denticula tenuis	1, 2	2		
Nitzschia hantzschiana	1, 2			
Campylodiscus hibernicus	2		2	
Surirella constricta				1
Surirella linearis				1
Surirella ovalis	1	1, 2		
Surirella robusta		1		1

Table 3. Values and parameters of the diatoms found in the central region of México and those reported in the literature. **A Saprobity**: 1 oligosaprobic, 2 saproxenous, 3 saprophobic. **B. Temperature**: 1 euthermal, 2 mesothermal, 3 eurythermal. **C pH**: 1. alkaliphilous, 2 alkalibiontic. **D Salinity**: 1 oligohalobous, 2 halophilous.

reported as alkaliphilous, alkalibiont or indifferent to pH, corresponding to what we find in the Huasteca. 20 are reported as prefering alkaline pH and the other 17 have wide pH tolerance; the remaining 4 species are considered acidophilous to alkaliphilous. With respect to salinity 23 of the 36 species with reports in the literature, are described for low salinity (oligohalobous or halophilous); the remaining 13 are considered mesohalobous, indifferent or euryhalobous. Finally, with respect to saprobity, 38 species with reports in the literature are described for low concentrations of organic matter (mesosaprobic, oligosaprobic, saproxenous and saprophobic). Of these, 8 are strict, oligosaprobic, saprophobic or saproxenous, for example *Amphipleura pellucida, Cymbella cymbiformis, C. gracilis, Diploneis elliptica, Navicula pseudotuscula, Pinnularia mesolepta, Denticula tenuis* and *Campylodiscus hibernicus*, and 30 have wider tolerance.

DISCUSSION

As a result of the comparison of environmental conditions between the species found in the springs studied, and those reported in the literature, we consider a group of 39 species as potential indicators of one or more of the parameters considered (Tab. III). Several have already been considered as ecological indicators by other authors. For example, *Amphipleura pellucida, Cocconeis pediculus, C. placentula, Cymbella mexicana, C. muelleri, Denticula elegans, Gomphonema truncatum, Gyrosigma acuminatum* and *Nitzschia sinuata* have been considered as indicators of high carbonate concentrations, while *Achnanthes inflata, Cocconeis placentula, Cymbella cymbiformis, C. tumida, Diploneis elliptica* and *Terpsinoe musica*, as indicators of low content of organic matter (Patrick & Reimer, 1966, 1975; Tavera, Elster & Marvan, 1994). Of the species reported as indicators of water with high conductivity *Amphora copulata, Cymbella muelleri, C. tumida, Diploneis ovalis, Pinnuleria viridis*, and *Surirella linearis* var. *helvetica* are examples (Krammer & Lange-Bertalot, 1986, 1988). *Amphipleura pellucida, Cymbella cymbiformis* and *Rhopalodia gibba* have been reported for non contaminated waters (Aboal, 1989a, 1989b).

Terpsinoe musica is one of the most abundant species in the springs studied. In continental habitats, it is generally restricted to springs and to river sections where conditions are oligohalobous and oligosaprobic (Whitford, 1956; Luttenton *et al.*, 1986; Valadez-Cruz *et al.*, 1996). Nevertheless, it has also been reported for marine habitats, and though not abundantly, also for the Great Lakes (Wujek & Welling, 1981). Therefore it can be considered euryhalobous. It is not clear whether there are several morphologically convergent species or one species with a wide range of tolerance. We do not think the latter case is very probable because in freshwater it has been observed only in very restricted habitats. Culture studies would be required to solve this problem. For the remaining species more ecological studies are required to know the precise ranges of tolerance.

ACKNOWLEDGEMENTS — We thank Eberto Novelo Maldonado for revision of the manuscript and for the use of his data base "Sistema de información del Papaloapan" and Michele Gold-Morgan for the English translation. Financial support to this project was give by PADEP-Tesis Doctoral (Clave 3332 and 3376).

REFERENCES

ABOAL M., 1989a — Aportaciones al conocimiento de las algas del SE de España. IV. Las diatomeas (Bacillariophyceae). *Acta Botánica Malacitana* 14: 13-40.

ABOAL M., 1989b — Epilithic algal communities from river Segura basin, Southeastern Spain. *Archiv für Hydrobiologie* 116 (1): 113-124.

AVILA N.J., 1985 — *Ficoflora manifiesta del suelo del Valle de Tehuacán, Puebla.* Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias. UNAM, México, 147 p.

AVILA N.J., 1989 — *Ficoflora potencial del suelo húmedo del Valle de Tehuacán, Puebla.* Tesis de maestría, Facultad de Ciencias, UNAM, México. 93 p.

BRADBURY J.P., 1970 — Diatoms from the pleistocene sediments of Lakes Texcoco, México. *Revue de Géographie physique et de géologie dynamique* 12 (2): 161-168.

BRADBURY J.P., 1971 — Paleolimnology of lakes Texcoco, México. Evidence from diatoms. *Limnology and Oceanography* 16 (2): 180-200.

CANTORAL U.E., 1990 — *Ficoflora de ambientes lénticos de la Localidad El Salto, en la Región de la Huasteca Potosina.* Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias, UNAM, México, 139 p.

CANTORAL U.E., 1993 — *Ecología de comunidades algales del sistema hidrológico El Salto, en la Huasteca Potosina.* Tesis de Maestría en Ciencias (Biología de sistemas y recursos acuáticos). Facultad de Ciencias. UNAM, México, 97 p.

CANTORAL-URIZA E.A. & MONTEJANO-ZURITA G., 1993 — Las algas de la localidad El Salto (San Luis Potosí, México), un ejemplo de estudios florísticos en ambientes cambiantes. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 53: 3-20.

CARMONA J.J., 1990 — *Ficoflora de manantiales de la Huasteca Potosina.* Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias, UNAM, México, 105 p.

CARMONA J.J., 1993 — *Taxonomía del género* Audouinella *(Acrochaetiales: Rhodophyta) en la cuenca baja del rio Pánuco, México.* Tesis de Maestría en Ciencias (Biología de sistemas y recursos acuáticos), Facultad de Ciencias, UNAM, México, 90 p.

CARMONA J.J. & MONTEJANO G., 1993 — Caracterización ficológica en manantiales de la cuenca baja del sistema hidrológico del Pánuco, México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 53: 21-41.

CHANG W., 1989 — *Variación de la comunidad planctónica de la presa Requena, Hidalgo.* Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias, UNAM, México, 160 p.

CUESTA Z.I., 1993 — *Ecología de la ficoflora de los manantiales de San Lorenzo, Tehuacán, Puebla.* Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias, UNAM, México, 119 p.

DARY L.J. & WAYNE H.N., 1968 — Chlorophycean algae from limestone spring. *American Journal of Botany* 55 (2): 205-213.

EHRENBERG C.G., 1870 — Über mächtige Gebings-Schichten verhenschend aus mikroskopischen Bacillarien unter und ai der stadt Mexiko. *Abhandlungen der Königlichen Akademie der Wissenschaften in Berlin*, 1869:1 — 66.

FIGUEROA T.G., 1984 — *Estudio ecológico de la ficoflora de la presa Miguel Alemán, Oaxaca. México.* Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias, UNAM, México, 201 p.

FLORES-GRANADOS C., 1980 — *Variaciones estacionales en la composición florística del fitoplancton de dos canales de Xochimilco, D.F., México.* Tesis de Licenciatura, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, IPN, México, 139 p.

GARCÍA E., 1973 — *Modificaciones al sistema de clasificación de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana).* Instituto de Geografía, UNAM, México, 246 p.

GERMAIN H., 1981 — *Flore des diatomées. Diatomophycées.* Paris. Société Nouvelle des éditions Boubée, 444 p.

GOLUBIĆ, S., 1967 — *Algenvegetation der Felsen. Die Binnengewasser. Band 23.* Stuttgart, Schweizerbarts'che Verlagsbuchhandlung (Nägele u. Obermiller), 183 p.

HUSTEDT F., 1930 — *Bacillariophyta (Diatomeae) In*: A. Pascher, *Die Süsswasser-Flora Mitteleuropas.* Heft 10. Jena, Verlag Von Gustav Fischer, 467 p.

HUSTEDT F., 1927-1930 — *Die Kieselalgen Deutschlands, Österreichs und der Schweiz mit Berücksichtigung der übrigen Länder Europas sowie der angrenzenden Meeresgebiete. In*: L. Rabenhorst's Kryptogamen-Flora von Deutschland, Österreich und der Schweiz. 7, Teil 1. First reprinting, 1971. Strauss & Cramer GmbH, Leutershausen, 920 p.

HUSTEDT F., 1931-1959 — *Die Kieselalgen Deutschlands, Österreichs und der Schweiz mit Berücksichtigung der übrigen Länder Europas sowie der angrenzenden Meeresgebiete. In*: L. Rabenhorst's Kryptogamen-Flora von Deutschland, Österreich und der Schweiz. 7, Teil 2. First reprinting, 1971. Strauss & Cramer GmbH, Leutershausen, 845 p.

HUTCHINSON G., PATRICK R. & DEEVEY E., 1956 — Sediments of Lakes Pátzcuaro, Michoacán, México. *Bulletin of the Geological Society of America* 67: 1491-1504 + 2 figs.

HYNES H.B., 1970 — *Ecology of running waters.* 4a. ed. Toronto, University of Toronto Press, 518 p.

IBARRA V.C., 1992 — *Flora diatomológica de la localidad de Texcala, Tehuacán, Puebla.* Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias, UNAM, México, 80 p.

INEGI Dirección General de Geografía, 1985 — *Síntesis Geográfica del Estado de San Luis Potosí. México.* 186 p. + V Apéndices + 13 Mapas.

KRAMMER K. & LANGE-BERTALOT H., 1986-2/1. *Bacillariophyceae.* 1. Teil: *Naviculaceae In*: ETTL H., GERLOFF J., HEYNIG H. & MOLLENHAUER D. (eds), *Süßwasserflora von Mitteleuropa.* Stuttgart, Gustav Fischer Verlag, 876 p.

KRAMMER K. & LANGE-BERTALOT H., 1988-2/2. *Bacillariophyceae.* 2. Teil: *Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae. In*: ETTL H., GERLOFF J., HEYNIG H. & MOLLENHAUER D. (eds), *Süßwasserflora von Mitteleuropa.* Stuttgart, Gustav Fischer Verlag, 596 p.

KRAMMER K. & LANGE-BERTALOT H., 1991a — 2/3. *Bacillariophyceae.* 3. Teil: *Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae. In*: ETTL H., GERLOFF J., HEYNIG H. & MOLLENHAUER D. (eds), *Süßwasserflora von Mitteleuropa.* Stuttgart, Gustav Fischer Verlag, 576 p.

KRAMMER K. & LANGE-BERTALOT H., 1991b — 2/4. *Bacillariophyceae.* 4. Teil: *Achnanthaceae.* Kritische Ergänzungen zu *Navicula* (Lineolatae) und *Gomphonema. In*: ETTL H., GÄRTNER G., GERLOFF J., HEYNIG H. & MOLLENHAUER D. (eds), *Süßwasserflora von Mitteleuropa.* Stuttgart. Gustav Fischer Verlag, 437 p.

KUSEL-FETZMANN E., 1973 — Beitrage sur Kenntnis der Algenflora der Hochgebirge Zentralamericas und der nordlichen Anden. *Hochgebirgsforschung* 3: 29-68.

LOWE R.L., 1974 — *Environmental requirements and pollution tolerance of freshwater diatoms.* Cincinnati, National environmental research center office of research and development U.S. Environmental protection agency, 334 p.

LUTTENTON M.R., PFIESTER L.A. & TIMPANO P., 1986 — Morphology and growth habbit of *Terpsinoe musica* Ehr. (Bacillariophyceae). *Castanea* 51: 175-182.

MARGALEF R., 1977 — *Ecología.* Barcelona, Editorial Omega, 951 p.

MENDOZA-GONZÁLEZ A., 1985 — Estudio florístico ficológico estacional de la Laguna de Victoria o de Santiago Tilapa, México. *Phytologia* 58 (7): 479-487.

METCALFE S.E., 1985 — *Late Quaternary environments of central México: A diatoms record.* USA. Ph.D. Hertford College and the School of Geography, Oxford. Michaelmas, 565 p.

METCALFE S.E., 1988 — Modern diatom assemblages in Central México: the role of water chemistry and other environmental factors as indicated by TWINSPAN and DECORANA. *Freshwater Biology* 19: 217-233.

NAVARRO J.L.E., 1988 — *Un Estudio Tónico de* Rhoicosphenia curvata *(Kützing) Grunow* ex *Rabenhorst var.* curvata *en el Valle de Tehuacán, Puebla.* Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias, UNAM, México, 96 p.

NOVELO M.E., 1985 — *Ficoflora dinámica del suelo del Valle de Tehuacán, Puebla.* Tesis de maestria. Facultad de Ciencias. UNAM. México. 151 p.

ORTEGA M.M., 1984 — *Catálogo de algas continentales recientes de México*, UNAM, México, 566 p.
PATRICK R. & REIMER CH.W., 1966 — *The Diatoms of the United States*. Monographs of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia. No. 13, Vol. I, 688 p.
PATRICK R. & REIMER CH.W., 1975 — *The Diatoms of the United States*. Monographs of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia. No. 13. Vol. II, 213 p.
PUIG H., 1991 — *Vegetación de la Huasteca, México*. Institut Français de Recherche Scientifique pour le Développement en Coopération, Instituto de Ecología, A.C., Centre d'études Mexicaines et Centraméricaines, México, 625 p.
QUINTANA G.G., 1961 — *Estudio de las diatomeas fósiles de México en el microscopio electrónico y en el espectrómetro de rayos x*. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias, UNAM, México, 79 p.
ROUND F.E., 1973 — *The biology of the algae*. New York, 2nd ed.. St. Martin's Press, 278 p.
ROUND F.E., 1984 — *The Ecology of the algae*. 2nd ed, Cambridge, Cambridge University Press, 653 p.
ROUND F., CRAWFORD R. & MANN D., 1990 — *The diatoms. Biology and morphology of the genera*. Cambridge, Cambridge University Press, 747 p.
RUSHFORTH S.R., KACZMARSKA I. & JOHANSEN J.R., 1984 — The Subaerial Diatom Flora of Thurston Lava Tube, Hawaii. *Bacillaria* 7: 135-157.
SÁNCHEZ M.I., 1985 — Bacillariophyta. *Flora planctónica de los cenotes de Yucatán*. Departamento de Acuacultura y Biologia Marina, Mérida, UADY-SEP, 90 p.
SARODE P.T. & KAMAT N.D., 1984 — *Freshwater Diatoms of Maharashtra*. Saikripa Prakashan, Aurangabad (Maharashtra, India), 338 p.
SCHOEMAN F.R. & ARCHIBALD R.E.M., 1986 — Observations on *Amphora* species (Bacillariophyceae) in the British Museum (Natural History). V. Some species from the subgenus *Amphora*. *South African Journal Botany* 52 (5): 425-437.
SIEMINSKA J., 1964 — *Flora Słodkowodna Polski*. Tom 6: *Chrysophyta II: Bacillariophyceae*. Okrzemki (Starmach, ed.). Warszawa, Polska Akademia Nauk, 610 p.
SIMONSEN R., 1979 — The Diatom System: Ideas on Phylogeny. *Bacillaria* 2: 9-71.
SLÁDEČEK V., 1973 — System of water quality from the biological point of view. *Archiv für Hydrobiologie / Ergebnisse der Limnologie Beiheft* 7: 1-218.
SLÁDEČEK V. ZELINKA M., ROTHSCHEIN J. & MORAVCOVÁ V., 1981 — *Biologický rozbor povrchové vody*. Vydavatelství, Komentár cásti 6: Stanoveni saprobního indexu, 186 p.
TARAS M.J., GREENBERG A.E. & HOAK R.D., 1971 — *Standard methods for the examination of water and wastewater*. 13th ed., Washington, D.C., 874 p.
TAVERA S.R. & GONZÁLEZ-GONZÁLEZ J., 1990 — Caracterización ficoflorística de los paredones de la Sierra de Juárez, Oaxaca. Importancia de las formas de crecimiento algales en la tipificación de un ambiente. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 50: 121-133.
TAVERA S.R., ELSTER J. & MARVAN P., 1994 — Diatoms from Papaloapan basin communities, Mexico. *Archiv für Hydrobiologie / Algological Studies* 74: 35-65.
VALADEZ C.F., 1992 — *Flora ficológica de ambientes lóticos de la cuenca baja del Rio Amacuzac, Morelos*. Tesis de licenciatura, Facultad de Ciencias, UNAM, México, 248p.
VALADEZ-CRUZ F., CARMONA-JIMÉNEZ J. & CANTORAL-URIZA E., 1996 — Algas de ambientes lóticos en el Estado de Morelos, México. *Anales de Instituto de Biología, Serie Botánica* 67 (2): 227-282.
WHITFORD L., 1956 — The communities of algae in the springs and spring streams of Florida. *Ecology* 37 (3): 433-442.
WUJEK D.E. & WELLING M.L., 1981 — The occurrence of two centric diatoms new to the Great Lakes. *Journal of Great Lakes Research* 7: 55-56.

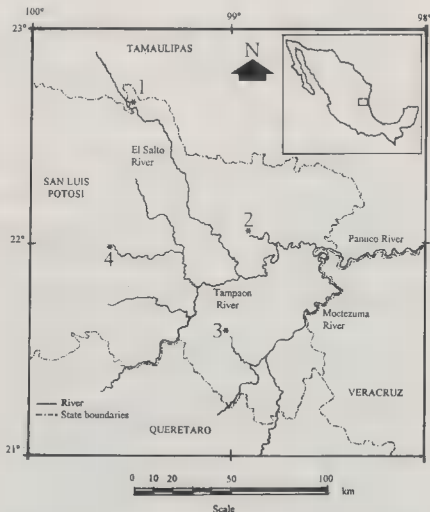


Fig. 1. Study localities. 1. Nacimiento El Salto. 2. Choy. 3. Huichihuayan. 4. Puente de Dios.

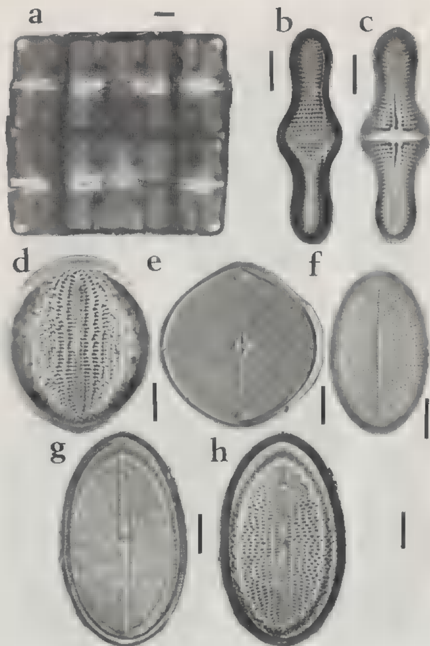


Fig. 2. a. *Terpsinoe musica*. b. *Achnanthes inflata* without raphe. c. *A. inflata* with raphe. d. *C. pediculus* without raphe. e. *Cocconeis pediculus* with raphe. f. *C. placentula*. g. *C. placentula* var. *lineata* with raphe. h. *C. placentula* var. *lineata* without raphe. Scale bar 10 µm.

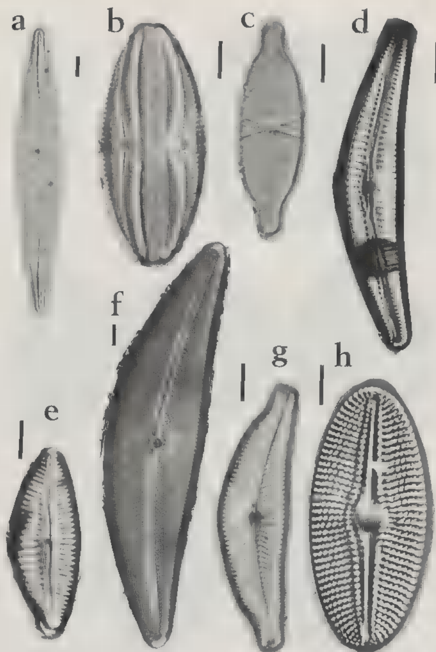


Fig. 3. a. *Amphipleura pellucida*. b. *Amphora copulata*. c. *Capartogramma crucicula*. d. *Cymbella cymbiformis*. e. *C. hustedtii*. f. *C. mexicana*. g. *C. tumida*. h. *Diploneis elliptica*. Scale bar 10 µm.

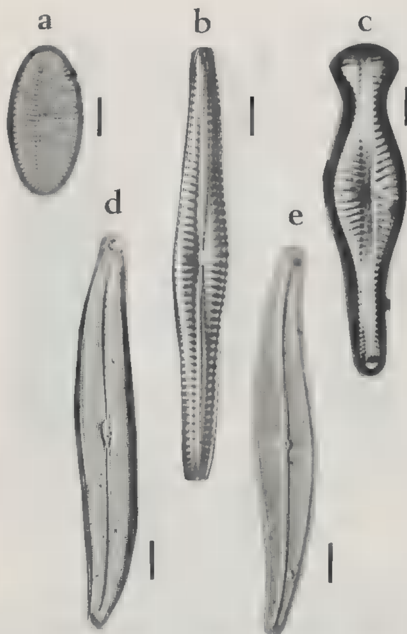


Fig. 4. a. *Diploneis ovalis*. b. *Gomphonema angustum*. c. *G. truncatum*. d. *Gyrosigma nodiferum*. e. *G. spenceri*. Scale bar 10 µm.

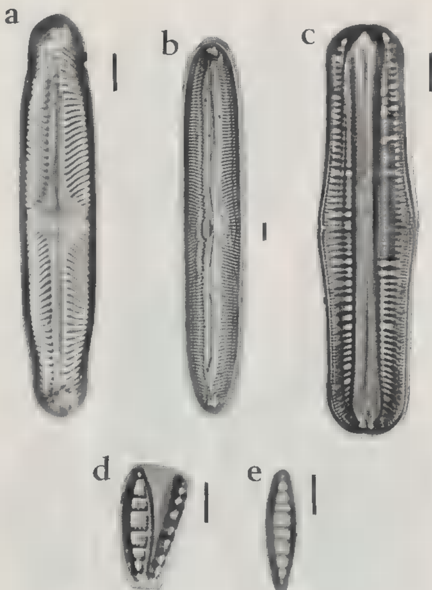


Fig. 5. a. *Pinnularia mesolepta*. b. *P. viridis*. c. *Rhopalodia gibba*. d. *Denticula elegans*. e. *D. tenuis*. Scale bar 10 µm.

THE PRESENCE OF THE GENUS *COCCONEIS* EHRENBERG (BACILLARIOPHYCEAE) IN FRESHWATER BODIES OF CUBA

Liliana TOLEDO[1], Patricio RIVERA[2] and Hugo BARRALES[2]

1. Jardín Botánico de Cienfuegos, Ministerio de la Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente. Pepito Tey, C.P. 59 290, Cienfuegos, Cuba, E-mail: jbcfg@perla.cu

2. Departamento de Botánica, Universidad de Concepción, Casilla 2407, Apartado 10, Concepción, Chile. Fax: 56(41)246005. E-mail: privera@buho.dpi.udec.cl

ABSTRACT — Three taxa of *Cocconeis* Ehrenberg are characterized and illustrated from 29 samples collected in 28 freshwater bodies of Cuba. *C. placentula* var. *lineata* (Ehrenberg) Van Heurck was very common, while *C. placentula* var. *euglypta* (Ehrenberg) Grunow and *C. placentula* var. *pseudolineata* Geitler, occurred less frequently. The latter is reported for the first time from Cuba.

RÉSUMÉ — Trois taxons de *Cocconeis* Ehrenberg sont décrits et illustrés à partir de 29 échantillons d'eau douce pris dans 28 localités à Cuba. *C. placentula* var. *lineata* (Ehrenberg) Van Heurck est le plus répandu tandis que la distribution de *C. placentula* var. *euglypta* (Ehrenberg) Grunow et *C. placentula* var. *pseudolineata* Geitler est plus limitée. Ce dernier est signalé pour la première fois à Cuba.

RESUMEN — Se describe e ilustra 3 taxa de *Cocconeis* Ehrenberg a partir de 29 muestras de agua dulce recolectadas en 28 localidades de Cuba. *C. placentula* var. *lineata* (Ehrenberg) Van Heurck resultó el más común, mientras que *C. placentula* var. *euglypta* (Ehrenberg) Grunow y *C. placentula* var. *pseudolineata* Geitler tienen una distribución más limitada. El último, es señalado por primera vez para Cuba.

KEY WORDS — Bacillariophyceae, *Cocconeis*, new record, distribution, Cuba.

INTRODUCTION

Information about the diatoms of Cuba is rather scanty. Margalef (1947) mentions the occurrence of 20 taxa collected in Laguna de Ariguanabo (Isla de Pinos, presently Isla de la Juventud). The author identified over 10 species, however no illustrations were included. At present, the work of Foged (1984) is considered the most comprehensive report on the diatoms of Cuba. His samples were obtained from localities in the western half of the country. He reported a total of 568 taxa, including 207 from freshwater bodies and 361 from marine sites. Maldonado & Genes (1986) identified and

provided illustrations of 41 taxa from 15 freshwater bodies of the Province of Pinar del Río, Habana, Cienfuegos and of the Municipio Especial de la Isla de la Juventud. Maldonado (1987) briefly described and illustrated 14 taxa from Laguna de Mina Iberia, Baracoa, Provincia de Guantánamo. Toledo (1989, 1992a, 1992b) identified 150 freshwater taxa in samples from Estanque del Jardín Botánico de Cienfuegos, Municipio Especial de la Isla de la Juventud, and from Provincia de Camagüey. These reports include comments about the taxonomy, distribution, as well as illustrations and measurements of some of the species found.

In the previous reports cited above only four freshwater *Cocconeis* Ehrenberg taxa are mentioned; these include *C. placentula* Ehrenberg, *C. placentula* var. *euglypta* (Ehrenberg) Grunow, *C. placentula* var. *lineata* (Ehrenberg) Van Heurck and *C. fluviatilis* Wallace. The present contribution informs about the occurrence and characterization of 3 taxa for the genus *Cocconeis*: *C. placentula* var. *pseudolineata* Geitler, not previously reported; and *C. placentula* var. *lineata* (Ehrenberg) Van Heurck and *C. placentula* var. *euglypta* (Ehrenberg) Grunow, with an enlarged distribution.

MATERIALS AND METHODS

All samples studied are deposited at the *Coleccion de Muestras de Agua Dulce del Jardin Botanico de Cienfuegos*, Cuba. The genus *Cocconeis* was found in 29 samples from 28 freshwater localities (Fig. 1). The samples are described as they originally appear on the labels (mval/l = meq l^{-1}).

Municipio Especial Isla de la Juventud (Fig. 1, area n° 1):

M-88/17. "Presa Cristal; col. Dr A. Comas; 7/12/88; perifiton".
M-88/18. "Río en camino a Demajagua, debajo del puente; col. Dr A. Comas; 7/12/88; perifiton".
M-88/19. "Río en la carretera de Gerona a Demajagua, debajo del puente; col. Dr A. Comas; 7/12/88, perifiton".

Provincia Pinar del Río (Fig. 1, area n° 2):

M-73. "Charco en la carretera entre el Valle de Viñales y la ciudad dePinar del Río (Km 18-19); col. Dr A. Comas; 16/3/77; perifiton; Temp. 26° C, ph 6.5".
M-76. "Charco en la carretera entre el Valle de Viñales y la ciudad dePinar del Río (Km 11); col. Dr A. Comas; 16/3/77; temp. 27° C, ph 6.4".
M-88. "Presa Isabel Rubio; col. Dr A. Comas; 16/3/77; temp. 29° C, ph 7".
M-90. "Laguna San Juan; col. Dr A. Comas; 17/3/77; temp. 27° C, ph 7; perifiton".
M-94. "Valle San Juan, Finca La Jarreta; col. Dr A. Comas; 17/3/77; temp. 26° C, ph 7.3; plancton".
M-110." Laguna Santa Barbara; 1977; perifiton; temp. 28° C, ph 6.8".
M-431. "Río entre el Valle de Viñales y la ciudad dePinar del Río, debajo del puente; col. Dr A. Comas; 15/12/80".
M-432b. "Charco cerca del Motel Los Jazminez; col. Dr A. Comas; 15/12/80; perifiton".
M-87/1. "Charco en bosque frente a La Bajada, Guanahacabibes; col. Lic. V. Martinez; 8/6/87; perifiton".
M-87/5a. "Laguna Grande; col. Lic. V. Martinez; 9/6/87; perifiton; temp. 30° C, ph 9.3, conductividad 108 µs cm^{-1}, HCO2 [*sic* for HCO_3^-] 0.36 mval/l, Ca^{2+} 0.44 mval/l, Mg^{2+} 0.22 mval/l, dureza total 0.66 mval/l, Cl^- 0.48 mval/l".

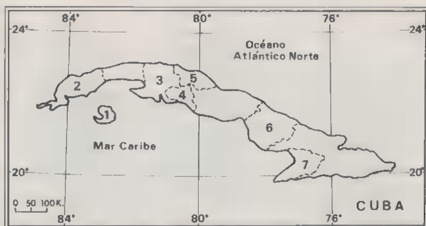


Fig. 1. Provinces from which samples were analyzed for *Cocconeis* taxa. N° 1: Municipio Especial Isla de la Juventud, 3 loc.; N° 2: Provincia Pinar del Río, 14 loc.; N° 3: Provincia Matanzas, 1 loc.; N° 4: Provincia Cienfuegos, 3 loc.; N° 5: Provincia Villa Clara, 1 loc.; N° 6: Provincia Camagüey, 2 loc.; N° 7: Provincia Granma, 4 loc.

M-87/6. "Laguna Vieja; col. Lic. V. Martínez; 10/6/87; perifiton; temp. 28° C, ph 7.4, conductividad935 µs cm^{-1}, HCO2 [*sic* for $HCO3^-$] 3.15 mval/l, Ca^{2+} 2.6 mval/l, Mg^{2+} 1.94 mval/l, dureza total 4.53 mval/l, Cl^- 4.99 mval/l".
M-87/7. "Desviadero a Presa Cuyaguateje; col. Lic. V. Martínez; 10/6/87; perifiton; temp. 28° C, ph 6.8, conductividad 252 µs cm^{-1}, HCO2 [*sic* for $HCO3^-$] 1.62 mval/l".
M-87/8. "Laguna El Toro; col. Lic. V. Martínez; 10/6/87; perifiton; temp. 38° C, ph 7.2, conductividad 720 µs cm^{-1}, HCO2 [*sic* for $HCO3^-$] 0.65 mval/l, Ca^{2+} 1.01 mval/l".
M-87/9b. "Laguna Alcatráz Grande; col. Lic. V. Martínez; 10/6/87; temp. 30° C, ph 8.8, conductividad 234 µs cm^{-1}, HCO2 [*sic* for $HCO3^-$] 1.04 mval/l, Ca^{2+} 1.01 mval/l, Mg^{2+} 0.92 mval/l, dureza total 1.94 mval/l".

Provincia Matanzas (Fig. 1, n° 3):

M-479b. "Laguna del Tesoro, Ciénaga de Zapata; col. Dr A. Comas; 3/2/81; perifiton".
M-480a. "Mouth of the Laguna del Tesoro, Ciénaga de Zapata; col. Dr A. Comas; 3/12/81; perifiton".

Provincia Cienfuegos (Fig. 1, area n° 4):

[Unnumbered] "M-Río Lajas; Nov./83".
[Unnumbered] "M-Naranjito; Marzo/82".
[Unnumbered] "M-El Naranjo, Escambray; Mayo/82".

Provincia Villa Clara (Fig. 1, n° 5):

M-87/11. "Acueducto Viena; 1987".

Provincia Camagüey (Fig. 1, area n° 6):

M-86/18. "Río Saramaguacán, debajo del puente, a 9 Km de carretera hacia Playa Santa Lucía; col. Dr A. Comas y Dr Petr Marvan; 2/12/86; temp. 25.5° C, ph 8.4, alcalinidad 4.6 mval/l, Cl^- 2.4 mval/l, dureza total 2.8 mval/l, conductividad 847 µs cm^{-1}".

M-86/34. "Presa callejón de Carmen; col. Dr A. Comas and Dr Petr Marvan; 4/12/86, temp. 26° C, ph 7, alcalinidad 1.3 mval/l, Cl — 0.7 mval/l, dureza total 1.3 mval/l, conductividad 2.03 μs cm^{-1}".

Provincia Granma (Fig. 1, area n° 7):

M-116. "Canal al lado del camino, Dormitorio Leonero; col. Dr A. Comas; 20/4/77; detritus; ph 7.5".
M-117b. "Arroyo cerca del camino entre Leonero y Puente Guillen; col. Dr A. Comas; 20/4/77; perifiton".
M — 124b. "Charco al lado de la carretera, Cayamas; col. Dr A. Comas; 20/4/77; detritus".
M-131b. "Canales en arroceras, Manzanillo; col. Dr A. Comas; 21/4/77; detritus".

Organic matter of the frustules was removed using the method of Hasle & Fryxell (1970). Pleurax was the resin used for permanent mounting, and it was prepared at the Laboratorio de Cienfuegos according to the method of von Stosch (1974). Light microscopy observations were done using a Carl Zeiss Jena microscope, model Amplival (Cienfuegos), and a Carl Zeiss Standard RA microscope with phase contrast (Concepción). Photomicrographs were obtained with a Zeiss C 35 automatic camera, using 100 ASA (21 DIN) Kodak film.

OBSERVATIONS

Cocconeis placentula Ehrenberg var. *pseudolineata* Geitler Figs 2-9

Geitler, L., 1927: 515, figs 2e-f.
Krammer K. & Lange-Bertalot H., 1991: 87, pl. 54, figs 3-11.

Valves ovoid, 16,5-26 μm long and 10-15 μm wide. Valve with raphe-sternum with 10-13 striae in 10 μm; areolae 20-24 in 10 μm; 1 or 2 marginal areolae beyond the hyaline submarginal area. Valve with sternum has a narrow linear axial area; striae 10-13 in 10 μm; areolae large, rectangular to quadrangular, usually forming irregular longitudinal lines. Each areola shows a more refringent rounded central area when viewed with the light microscope.

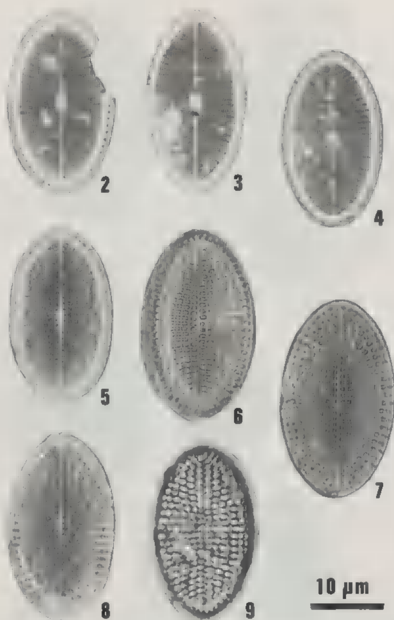
Distribution: under natural conditions, this taxon does not constitute dense populations; however, it is generally well represented in our samples. Found in: area n° 2 (M-431 and M-87/7); area n° 6 (M-86/18 and M-86/34).

Previously reported as *C. fluviatilis* Wallace by Toledo (1992b), from localities of Camagüey.

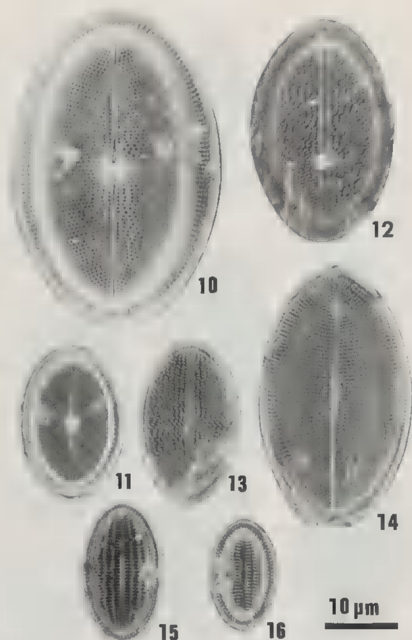
C. placentula Ehrenberg var. *lineata* (Ehrenberg) Van Heurck Figs. 10-14

Basionym: *Cocconeis lineata* Ehrenberg 1843: 369.
Van Heurck H., 1885: 133.
Patrick R. & Reimer C.W., 1966: 242, pl. 15, figs 5-6.
Krammer K. & Lange-Bertalot H., 1991: 87, pl. 49, fig. 1; pl. 50, figs 1-13.

Valves ovoid, robust, 14-42 μm long and 9-27 μm wide. Valves with raphe-sternum have a linear and narrow axial area, and a small, generally ovoid to somewhat rhombic central area; striae 18-20 in 10 μm, those in the center almost parallel, changing



Figs 2-9, *Cocconeis placentula* (Ehrenberg) var. *pseudolineata* Geitler. Figs 2-4, valves with raphe-sternum. Figs 5-9, valves with sternum. Figs 2, 5, 7-9, M-87/7 Provincia Pinar del Río. Figs 3-4, M-431 Provincia Pinar del Río. Fig. 6, M-86/34 Provincia Camagüey. Scale 10 µm.



Figs 10-14. *Cocconeis placentula* (Ehrenberg) var. *lineata* (Ehrenberg) Van Heurck. Figs 10-11, valves with raphe-sternum. Figs 12-14, valves with sternum. Figs 10-11, 14, M-87/11 Provincia Villa Clara. Figs 12-13, M-479B, Provincia Matanzas. Scale 10 µm.

Figs 15-16. *Cocconeis placentula* (Ehrenberg) var. *euglypta* (Ehrenberg) Grunow. Valves with sternum. M-El Naranjo, Provincia Cienfuegos. Scale 10 µm.

to radial toward the apices, interrupted by a submarginal hyaline ring; 1-4 marginal areolae; areolae small, rounded, irregularly spaced on the stria, 16-26 in 10 µm. In valves with sternum, the axial area is narrow; central area absent; striae 16-22 (24) in 10 µm, composed of elongated areolae, 13-20 in 10 µm, arranged in 6-10 (sometimes 5-13) undulating longitudinal lines.

Distribution: Taxon widely distributed in the country, often constituting dense populations. Found in: area n° 1 (M-88/17 and M-88/19); area n° 2 (M-73, M-76 Río, M-88, M-90, M-94, M-87-1, M-110, M-432b, M-87/5a, M-87/6, M-87/7, M-87/8 and M-87/9b); area n° 3 (M-479b, 480a); area n° 4 (unnumbered M-Naranjito-Cienfuegos); area n° 5 (M-87/11) M-431; area n° 7 (M-124b and M-131b).

Previously recorded from Laguna del Tesoro, Matanzas and Jardín Botánico de Cienfuegos (Foged, 1984). Also described as *C. placentula* for Las Terrazas, Laguna los Negros, Laguna Blanquizales, Laguna Vieja, Laguna Jovero, Laguna del Toro-Pinar del Río, Jardín Botanico Nacional-Habana, Presa Hanabanilla-Cienfuegos, by Maldonado & Genes (1986), and in Laguna de Mina Iberia, Guantánamo by Maldonado (1987); Jardín Botánico de Cienfuegos (Toledo, 1989); Presa La Fé and Río La Fé-Isla de la Juventud (Toledo, 1992a); Presa Jagüey, Charco en potrero, Río Saramaguacán, Presa Santa Cruz, Arroyo en camino a Presa Montesito, and Presa del Callejón de Carmen-Camagüey (Toledo, 1992b).

C. placentula Ehrenberg var. *euglypta* (Ehrenberg) Grunow Figs 15-16

Basionym: *Cocconeis euglypta* Ehrenberg, 1854: 194, pl. 34 (6A), fig. 2.
Grunow, A., 1884: 97, pl. 1(A), fig. 3.
Patrick R. & Reimer C.W., 1966: 241, pl. 15, fig. 8.
Krammer K. & Lange-Bertalot H., 1991: 87, pl. 49, fig. 3; pl. 50, fig. 1; pl. 53, figs 1-19.

Valves ovoid, relatively small, 9-22 µm long and 6-12 µm wide. The valve with raphe-sternum does not differ morphologically from those of var. *lineata*. The valve with sternum has a linear-lanceolate axial area; striae 18-22 in 10 µm; the areolae are more elongated and further apart than in var. *lineata*, 10-12 in 10 µm, in 3 to 5 very irregular longitudinal rows.

Distribution: populations of this taxon are composed of a small number of individuals. Found in: area n° 4 (unnumbered M-Rio Lojas, unnumbered M-El Naranjo); area n° 7 (M-116).

It had been previously reported for Laguna del Tesoro-Matanzas, Soroa-Pinar del Rio, Playa Rancho Luna-Cienfuegos (Foged, 1984); Presa Jagüey and Río Saramaguacán-Camagüey, Turbera en Ciénaga de Lanier-Isla de la Juventud, (Toledo 1992a, b).

DISCUSSION

The presence of three taxa of the genus *Cocconeis* is reported for the continental water bodies of Cuba. *C. placentula* var. *lineata* and *C. placentula* var. *euglypta* were already known for various localities of the island, and in the present study their distribution is enlarged. *C. placentula* var. *pseudolineata* had not been previously known from the area under study, although Toledo (1992b) had found specimens from localities in Cama-

güey and reported then as *C. fluviatilis*. However, this latter species, first described in 1960 for freshwaters of the United States, differs from *C. placentula* var. *pseudolineata* in the morphology of the areolae on the valve with sternum: in *C. fluviatilis*, the areolae near the valvar margin are distinctly elongated, gradually becoming smaller and rounded toward the sternum. Valves with sternum of *C. placentula* var. *pseudolineata*, particularly the smaller ones, resemble valves of *C. neothumensis* Krammer and *C. neodiminuta* Krammer. Krammer & Lange-Bertalot (1991) stress that the main difference between these latter taxa and *C. placentula* var. *pseudolineata* is the presence of a lanceolate sternum, while in the var. *pseudolineata* the sternum is always narrow and linear. The valves with sternum of *C. placentula* var. *pseudolineata* collected in Cuba have a number of striae (10-13 in 10 µm) slightly less than the reported number for this variety (13-18 in 10 µm). However, the overall characteristics of the taxon, namely the rectangular to quadrangular transverse shape of the areolae and their arrangement on the valve, correspond well with the original description. Also, we were able to discern with light microscopy that the areolae have a highly refringent center, as described by Krammer & Lange-Bertalot (1991). This refringent center most likely corresponds to the reduced internal foramen.

Of the four taxa previously cited from freshwater bodies of Cuba, two were found in the material presently studied. The illustration of Maldonado & Genes (1986) for *C. placentula* appears to correspond to var. *lineata*. This taxon differs from the var. *placentula* basically by a fewer number of areolae on each stria on the valves with sternum. Foged (1984) also mentions *C. placentula* for Cuba, specifically for Laguna del Tesoro, but illustrations and dimensions were not provided. Two of the samples examined in the present study are from different locations in Laguna del Tesoro, yet only var. *lineata* was encountered. The citation of *C. fluviatilis* Wallace for Cuba (Toledo, 1992b) is an erroneous identification of *C. placentula* var. *pseudolineata*.

Without any doubt, we can state that *C. placentula* var. *lineata* is, within the genus, the most widely distributed taxon in the continental waters of Cuba: it was found in all samples analyzed, and very often in great abundance. *C. placentula* var. *pseudolineata*, as well as variety *euglypta* exhibit a more restricted distribution and the samples are characteristically lower in the number of individuals.

ACKNOWLEDGEMENTS — Research project partially subsidized by Red Latinoamericana de Botánica (N° 95-P2) and Directorship of Research, University of Concepcion, Chile (N° 94-111.03-1).

REFERENCES

EHRENBERG C. G., 1843 — Verbreitung und Einfluss des mikroskopischen Lebens in Süd-und Nord-Amerika. *Abhandlungen der Königlichen Akademie der Wissenschaften zu Berlin 1841, Teil I*, pp. 291-445, 4 pls.

EHRENBERG C. G., 1854 - *Mikrogeologie. Das Erden und Felsen schaffende Wirken des unsichtbar kleinen selbstständigen Lebens auf der Erde*. Leipzig, Leopold Voss, 374 p.

FOGED N., 1984 — Freshwater and Littoral Diatoms from Cuba. *Bibliotheca Diatomologica*, vol. 5, 243 p., 60 pls, 666 figs [J. Cramer].

GEITLER L., 1927 - Somatische Teilung, Reduktionsteilung, Kopulation und Parthenogenese bei *Cocconeis placentula*. *Archiv für Protistenkunde* 59: 506-549.

GRUNOW A., 1884 — Die Diatomeen von Franz-Josefs-Land. *Denkschriften der Mathematish-* Barcelona, *Naturwissenschaftlichen Classe der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften* 48: 53-112, 5 pls.

HASLE G. & FRYXELL G., 1970 — Diatoms: Cleaning and Mounting for Light and Electron Microscopy. *Transactions of American Microscopical Society* 89: 469-474.

KRAMMER K. & LANGE-BERTALOT H., 1991 — Bacillariophyceae: Achnanthaceae, Kritische Ergänzungen zu *Navicula* (Lineolatae) und *Gomphonema* Gesamtliteraturverzeichnis, Teil 1-4. *Die Süsswasserflora von Mitteleuropa*, 2/4, 437 p., 88 pls, 2048 figs, Gustav Fischer Verlag.

MALDONADO S., 1987 - Resultados preliminares sobre las diatomeas (Bacillariophyceae) en la Laguna de Mina Iberia, Baracoa. *Revista del Jardín Botánico Nacional* 3 (1): 13-19, 14 figs.

MALDONADO S. & GENES E., 1986 — Contribución al conocimiento de las diatomeas (Bacillariophyceae) de agua dulce de Cuba. *Revista del Jardín Botánico Nacional* 7 (2): 42-66, 46 figs.

MARGALEF R., 1947 — *Algas de agua dulce de la Laguna de Ariguanabo (Isla de Cuba)*. Barcelona, Instituto de Biología Aplicada, 4: 79-89.

PATRICK R. & REIMER C. W., 1966 *The diatoms of the United States. Exclusive of Alaska and Hawaii*. Philadelphia, Academy of Natural Sciences of Philadelphia, Monograph 13, Vol. 1, 688 p., 64 pls, 821 figs.

STOSCH H.A. von, 1974 — Pleurax, seine Synthese und seine Verwendung zur Einbettung und Darstellung der Zellwände von Diatomeen, Peridineen und anderen Algen, sowie für eine neue Methode zur Elektivfärbung von Dinoflagellaten. *Archiv für Protistenkunde* 116: 132-141.

TOLEDO L., 1989 — Bacillariophyceae del estanque del Jardín Botánico de Cienfuegos, Cuba. *Acta Botánica Cubana* 83: 1-12, 5 pls, 48 figs.

TOLEDO L., 1992a -- Bacillariophyceae de Isla de la Juventud, Cuba. *Acta Botánica Cubana* 85: 1-31, 12 pls, 115 figs.

TOLEDO L. 1992b — Bacillariophyceae de la Provincia de Camagüey, Cuba. *Acta Botánica Cubana* 88: 1-26, 12 pls, 100 figs.

VAN HEURCK H., 1885 — Synopsis des diatomées de Belgique. Texte 235 p.. Anvers.

PREMIÈRE OBSERVATION DU GENRE *CYLINDROSPERMOPSIS* (CYANOPHYCEAE, NOSTOCALES) EN FRANCE

Alain COUTÉ[1], Maria LEITAO[2] and Christian MARTIN[3]

[1] Laboratoire de Cryptogamie, Muséum National d'Histoire Naturelle, 12, rue Buffon, F-75005 Paris. France. Auteur à qui la correspondance doit être adressée.
[2] Bi-Eau. 14, rue Volney F-49000 Angers, France.
[3] Laboratoire de Biologie des Organismes et des Ecosystèmes, Université de Franche-Comté, F-25030 Besançon Cedex. France.

ABSTRACT - *Cylindrospermopsis raciborskii* (Wolosz.) Seenayya & Subba Raju (Cyanophyceae) was found for the first time in France in a pond located in the neighbourhood of Paris. Structural and morphological features of the alga, and the environmental factors during its bloom are described. The peak level of its development (4 10^8 trichomes per liter) occurs in September when the temperature of water exceeds 28° C. Main characteristics of this water body are : high level of sulphates (SO_4^{2-} ranging from 495 to 987 mg l^{-1}), high conductivity (> 1.5 mS cm^{-1}) and low concentrations in nitrates (less than 0,5 mg l^{-1}). The origin and the spreading of *Cylindrospermopsis raciborskii* in Paris area and its potential toxicity are discussed.

RÉSUMÉ - La Cyanophycée *Cylindrospermopsis raciborskii* (Wolosz.) Seenayya & Subba Raju a été observée pour la première fois en France, dans un étang situé en zone périurbaine à une vingtaine de kilomètres de Paris. La morphologie détaillée de cette algue est décrite, ainsi que les conditions de milieu accompagnant sa prolifération. Celle-ci culmine en septembre, avec des concentrations de plus de 4 10^8 trichomes par litre, après un réchauffement important de l'eau (température supérieure à 28° C). La chimie de l'eau est caractérisée par de fortes valeurs des concentrations en sulfates (SO_4^{2-}) comprises entre 495 et 987 mg l^{-1}, une forte conductivité (> 1,5 mS cm^{-1}) et de faibles teneurs en nitrates (inférieures à 0,5 mg l^{-1}). L'origine et le devenir de l'algue dans la région parisienne sont discutés, ainsi que sa toxicité potentielle.

KEY WORDS : Cyanobacteria, *Cylindrospermopsis raciborskii*, new record, ecology.

INTRODUCTION

Depuis plusieurs années, les étangs des communes de Viry-Châtillon et de Grigny sont sujets à des phénomènes d'eutrophisation marquée se traduisant par des proliférations massives de phytoplancton. Cette situation inquiétante a incité le Conseil Général de l'Essonne à engager une étude assidue de plusieurs de ces plans d'eau à partir de 1994. Dans les échantillons prélevés en 1994, dans l'étang des Francs-Pêcheurs, a été

observée une algue filamenteuse unisériée inhabituelle représentant, la plupart du temps, une forte biomasse et ce, pendant une longue période de l'année. L'algue en question appartient au genre *Cylindrospermopsis* Seenayya & Subba Raju, non signalé en France et connu pour être toxique par son espèce *C. raciborskii* (Wolosz.) Seenayya & Subba Raju. Il était intéressant d'identifier précisément cet organisme et d'essayer de caractériser les conditions écologiques favorables à son développement. Ces deux points furent donc retenus comme objectifs de la présente étude.

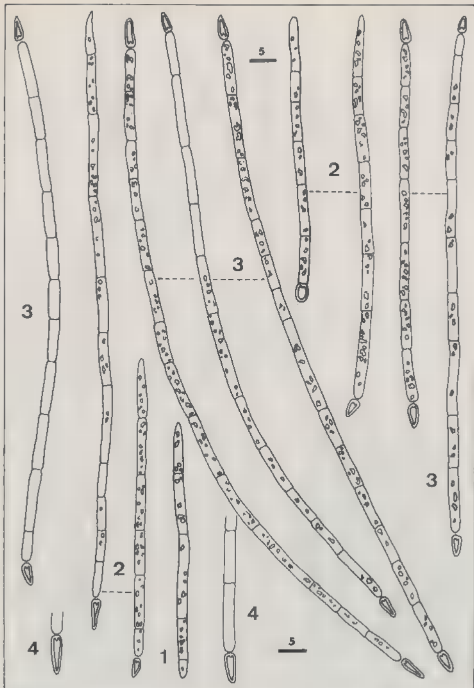
MATÉRIEL ET MÉTHODES

L'étang des Francs-Pêcheurs est une ancienne sablière située à environ vingt-cinq kilomètres au sud de Paris sur la commune de Viry-Châtillon. Malgré la forte urbanisation de son bassin versant, son environnement immédiat est peu dénaturé et aucun rejet polluant ne semble s'y déverser. Cet étang est un domaine privé, réservé au seul loisir de la pêche. Son alimentation en eau est essentiellement assurée par des sources sous-jacentes et aucun affluent ou émissaire de surface n'est présent. La superficie de l'étang des Francs-Pêcheurs représente 1,5 hectare pour un volume de 37.10^3 m^3. Sa profondeur moyenne avoisine les deux mètres avec un maximum à 3,2 mètres. Les berges ne sont pas plantées d'arbres et la colonisation des abords par les phanérogames aquatiques reste discrète.

La période durant laquelle l'échantillonnage a été réalisé, s'étale entre le 1er mars et le 6 octobre 1994. La fréquence des prélèvements a été mensuelle sauf durant les mois de juillet et août où elle est devenue bimensuelle. Les récoltes d'eau brute ont été effectuées à 0,3 m sous la surface au centre de l'étang, directement à l'aide de flacons de 1 litre à large col. Les échantillons destinés à l'analyse phytoplanctonique ont été fixés sur place, à l'aide de formaldéhyde, alors que ceux devant permettre l'étude de la qualité de l'eau ont été ramenés tels quels pour traitement en laboratoire. Les paramètres suivants ont ainsi été analysés selon les méthodes AFNOR (1994) : ammonium (NH_4^+), azote Kjeldahl (Ntk), calcium (Ca^{2+}), carbonates (HCO_3^-), carbone organique total (COT), chlorophylle *a* et phéopigments, chlorures (Cl^-), Demande Biologique en Oxygène 5 jours (DBO_5), matières en suspension (MES), nitrates (NO_3^-), nitrites (NO_2^-), orthophosphates (PO_4^{3-}), phosphore total (Ptot.) et sulfates (SO_4^{2-}). Lors de chaque récolte, la conductivité, l'oxygène dissous, le pH, le potentiel redox et la température ont été mesurés *in situ* le long d'un profil vertical à l'aide d'électrodes spécifiques. Les données sur la transparence ont été obtenues à l'aide du disque de Secchi. Les variations des peuplements algaux ont été étudiées selon la méthode d'Utermöhl (1958).

RÉSULTATS

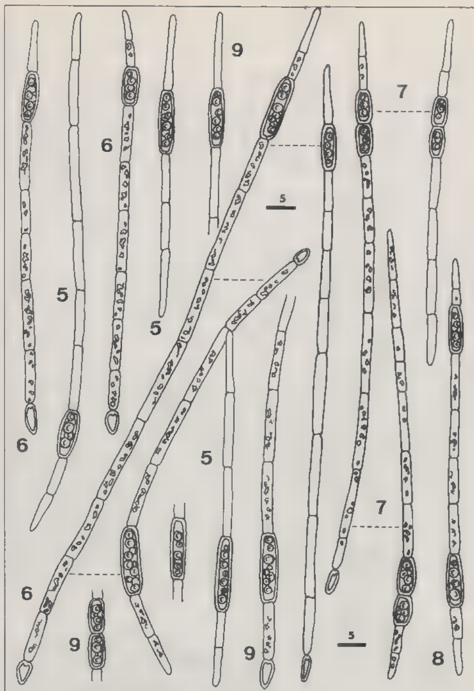
Description de l'algue de l'étang des Francs-Pêcheurs : trichomes fins unisériés (Fig. 1 à 9) ($L_{max.}$ = 140 µm). Cellules végétatives cylindriques (L = 8-15 µm ; diamètre = 1,5-2 µm), peu ou pas constrictées aux cloisons, à contenu bleu-vert pâle ; parfois vacuoles gazeuses à distribution irrégulière. Hétérocystes effilés en pointe (L = 3-7 µm ; diamètre = 1,5-2 µm), un à chaque extrémité des trichomes (Fig. 3) qui parfois n'en présentent qu'un (Fig. 2) ou même pas du tout (Fig. 1). Akinètes (observés seulement en septembre 1994) non contigus aux hétérocystes, cylindriques (L = 7-18 µm ; diamètre = 3-5 µm) ou renflés dans la région médiane, solitaires (Fig. 5 et 6) ou au nombre de deux, isolés l'un de l'autre (Fig. 8) ou accolés (Fig. 7).



Figures 1 à 4. *Cylindrospermopsis raciborskii.* 1 : trichome sans hétérocyste ni akinète ; 2 : trichomes avec un seul hétérocyste et sans akinète ; 3 : trichomes avec deux hétérocystes, un à chaque apex ; 4 : deux extrémités de trichomes. Les vacuoles gazeuses ne sont pas représentées dans tous les trichomes. Les échelles sont exprimées en micromètres.

Figures 1 to 4. *Cylindrospermopsis raciborskii.* 1: trichome without either heterocyst or spore; 2: trichomes with a single heterocyst and without spore; 3: trichomes with one heterocyst at each apex. 4: Two tips of trichomes. All the gas vacuoles are not shown. The scales are expressed in micrometers.

Source : MNHN, Paris



Figures 5 à 9. *Cylindrospermopsis raciborskii.* 5 : trichomes sans hétérocyste mais avec un akinète ; 6 : trichomes à un hétérocyste et un akinète ; 7 : trichomes avec ou sans hétérocyste avec deux akinètes contigus ; 8 : trichome sans hétérocyste avec deux akinètes non contigus ; 9 : fragments de trichomes. Les vacuoles gazeuses ne sont pas représentées dans tous les trichomes. Les échelles sont exprimées en micromètres.

Figures 5 to 9. *Cylindrospermopsis raciborskii.* 5: trichomes without heterocyst, but with a single spore; 6: trichomes with a single heterocyst and a single spore; 7: trichomes with or without heterocyst and with two contiguous spores; 8: trichome without heterocyst, but with two separate spores; 9: parts of trichomes. All the gas vacuoles are not shown. The scales are expressed in micrometers.

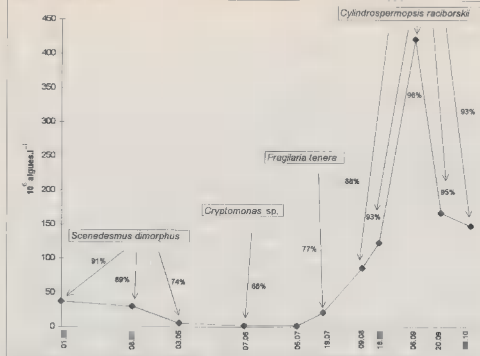


Figure 10. Evolution du phytoplancton de l'étang des Francs-Pêcheurs en 1994, avec mention des espèces dominantes.

Figure 10. Changes in algal density during 1994 at *Francs-Pêcheurs* lake, with mention of dominant species.

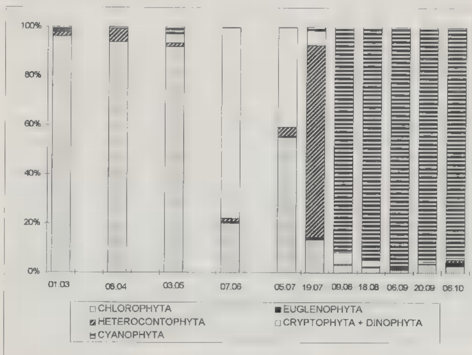


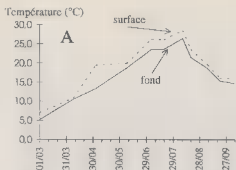
Figure 11. Evolution et répartition par embranchements du phytoplancton de l'étang des Francs-Pêcheurs en 1994.

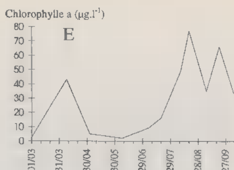
Figure 11. Compositional changes in phytoplankton of *Francs-Pêcheurs* lake during 1994, in percentage of the algal divisions.

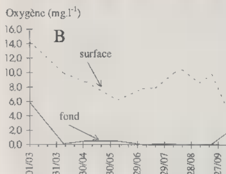
Source : MNHN, Paris

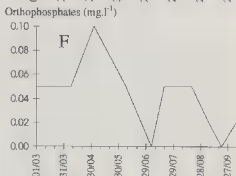
Les fluctuations des peuplements phytoplanctoniques sont données ici seulement pour les taxons les plus abondants et concernent essentiellement l'algue bleue *Cylindrospermopsis*. Les premiers exemplaires de cet organisme ont été observés sur le site le 19 juillet 1994, en faible concentration (moins de 1 % du peuplement d'algues). Sa population s'est accrue rapidement pour atteindre, dès le 9 août 1994, 88 % du total phytoplanctonique (79 10^6 trichomes par litre). Elle n'a cessé d'augmenter jusqu'au 6 septembre, date à laquelle une valeur exceptionnelle du nombre d'algues a été observée (421,8 10^6 individus par litre dont 413,6 10^6 trichomes de *Cylindrospermopsis*, soit 96 % du total des algues). L'eau des récoltes avait alors un aspect trouble laiteux et, après un temps de repos, se différenciait, au voisinage immédiat de sa surface, une couche dense d'un vert pâle. A partir du 6 septembre et jusqu'au 6 octobre, date de la dernière campagne de prélèvement, les effectifs algaux totaux ont sensiblement régressé, toutefois *Cylindrospermopsis* est demeuré très présent avec encore 139,6 10^6 trichomes par litre. La figure 10 montre l'évolution du phytoplancton dans l'étang des Francs-Pêcheurs durant la période de l'étude et fait ressortir les dominances spécifiques. La succession des différentes divisions d'algues est illustrée par la figure 11. De mars à mai, prédomine *Scenedesmus dimorphus* (Turpin) Kützing (Chlorophyta), avec 33,8$10^6$ individus par litre, soit 91 % du peuplement total, le 1er mars 1994. Dans ces conditions, toutefois, l'organisation cénobiale est perturbée, les algues n'étant constituées que de deux, voire même d'une seule cellule. A la même époque, une autre algue verte, *Monoraphidium contortum* (Thuret) Kom.-Legn., toujours présente dans le milieu pendant l'étude, s'est également développée de façon conséquente (1,6 10^6 individus par litre le 1er mars 1994). Les mois de juin et juillet apparaissent caractérisés par une relative pauvreté algale où se manifeste prioritairement un *Cryptomonas* (Cryptophyta) dont, malheureusement, l'état de conservation n'a pas permis l'identification. Le 19 juillet, *Fragilaria tenera* (W. Smith) Lange-Bertalot (Diatomophyceae) a pris le dessus sur les autres taxons (16,6 10^6 algues par litre) pour être, ensuite, totalement surpassée, le 9 août, par le genre *Cylindrospermopsis*. Les principales algues accompagnatrices rencontrées, par ailleurs, ont été *Oscillatoria redekei* Van Goor (= *Limnothrix redekei* (Van Goor) Meffert) (Cyanophyceae), *Peridiniopsis elpatiewski* (Ostenfeld) Bourrelly (Dinophyceae) et *Tetraedron minimum* (A. Braun) Hansgirg (Chlorophyceae), qui, toutefois, restent très minoritaires dans le cortège floristique du phytoplancton de l'étang. Il convient de noter qu'à Viry-Châtillon, l'apparition de *Cylindrospermopsis* est associée à la fois à une faible diversité du peuplement algal et à une grande banalité de la composition phytoplanctonique générale.

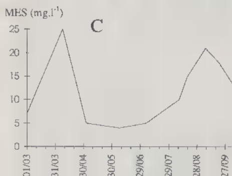
Les résultats des mesures des variables caractérisant la physico-chimie de l'eau sont regroupés dans les tableaux 1 et 2. L'évolution spatio-temporelle des températures (Fig. 12A, tableau 1) montre qu'il existe peu de différence entre les températures de fond et de surface, vraisemblablement en raison de la faible profondeur de la sablière et des phénomènes de turbulence. Pour la période correspondant au bloom de *Cylindrospermopsis*, les valeurs varient de 14,6° C (le 6 octobre 1994) à 28,5° C (le 9 août 1994). Le pH, durant le même laps de temps, fluctue entre 5,80 et 8,62. Toutefois, les données inférieures à 7 n'ont été observées que le 6 septembre 1994. Elles pourraient être la conséquence d'un traitement phytosanitaire des berges effectué peu avant la campagne de prélèvements. Les valeurs fortement négatives du potentiel d'oxydo-réduction enregistrées, entre juillet et septembre, dans les eaux au contact du sédiment, laissent supposer l'existence de conditions de mobilisation du phosphore sédimentaire et de sa diffusion dans la masse d'eau. Les teneurs en oxygène dissous diminuent aussi très sensiblement au voisinage du fond (-2,5 à -3,5 m) dès le mois d'avril pour être quasiment nulles jusqu'en novembre (Fig 12B, tableau 1). La conductivité affiche des valeurs très élevées (tableau 1), entre 1,4 et 1,9 mS cm^{-1}.

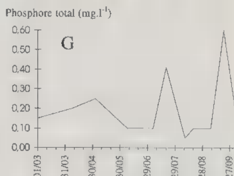


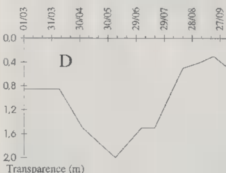












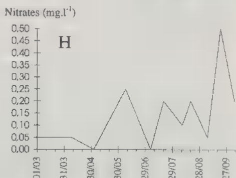


Figure 12. Evolution saisonnière de huit variables de la physico-chimie des eaux de l'étang des Francs-Pêcheurs en 1994.

Figure 12. Seasonal variations of 8 physico-chemical parameters of *Francs-Pêcheurs* lake during 1994.

Selon Nisbet & Verneaux (1970) et Meybeck (1983), de tels résultats sont notés lors de fortes pollutions ou dans le cas d'une importante minéralisation des eaux (eaux séléniteuses par exemple). L'étang des Francs-Pêcheurs ne fait pas l'objet d'apports en matières organiques marquées ; par contre les teneurs en sulfates, toujours supérieures à 495 mg l^{-1} et jusqu'à 987 mg l^{-1} (tableau 2) constituent, avec la conductivité importante, les caractères physico-chimiques typiques des eaux du site. Ces propriétés sont sans doute dues à l'origine souterraine des eaux d'alimentation et à leur écoulement sur les séries marneuses et marno-gypseuses de l'*Eocène supérieur* et du *Bartonien supérieur (Ludien E7b)*. Comme le montrent les teneurs en phosphore, les potentialités trophiques du système sont remarquables et permettent de le classer dans la catégorie des lacs hypereutrophes. La valeur moyenne des concentrations de chlorophylle *a* (30,68 µg l^{-1} ; Fig 12E et tableau 2) indique que les algues profitent pleinement de ces capacités du plan d'eau. Soulignons le fait que les taux de chlorophylle a dosés ne dépassent pas 66 µg l^{-1} (le 20.09) ce qui paraît modéré relativement à la forte concentration algale (167,5 10^6 algues par litre à cette date). Les teneurs des formes azotées, enregistrées sur l'eau de subsurface, restent faibles (NO_3^-, teneurs inférieures à 0,5 mg l^{-1}).

DISCUSSION

Par ses dimensions cellulaires, la forme des hétérocystes et la très faible constriction au niveau des cloisons, le *Cylindrospermopsis* récolté dans l'étang des Francs-Pêcheurs se distingue de *C. africana* Komarek & Kling et de *C. cuspis* Komarek & Kling. La morphologie rectiligne de ses trichomes le différencie de deux autres espèces au contour spiralé, *C. catemaco* Komarkova-Legnerova & Tavera et *C. philippinensis* (Taylor) Komarek. Par contre, la dernière espèce connue actuellement, *C. raciborskii* (Wolosz.) Seenayya & Subba Raju correspond bien au taxon de Viry-Châtillon.

C. raciborskii a été décrit pour la première fois par Woloszynska (1912), sous le nom d'*Anabaenopsis*, sous-section du genre *Anabaena* Bory. Elevé au rang de genre (Miller, 1923), son statut a été controversé par la suite. Seenayya & Subba Raju (1972) en ont fait un nouveau genre, *Cylindrospermopsis*, non reconnu par Jeeji-Bai *et al.* (1977) s'appuyant sur les observations d'Obuchova & Kosenko (1964), mais accepté par Horecka & Komarek (1979), Bourrelly (1985) et Komarek & Anagnostidis (1989).

C. raciborskii a une répartition surtout pantropicale (Argentine : Zalocar de Domitrovic, 1990, 1992, 1993 ; Australie : Hawkins *et al.*, 1985 ; Birmanie : Skuja, 1949 ; Brésil : Branco & Senna, 1991 ; Cuba : Komarek, 1984 ; Egypte : Brunnthaler, 1914 ; Inde : Naïr, 1967 ; Seenayya & Subba Raju, 1972 ; Singh, 1962 ; Indonésie : Woloszynska, 1912 ; Nigeria : Imevbore, 1967 ; Ouganda : Komarek & Kling, 1991 ; les Philippines : Taylor, 1932 ; Venezuela : Lewis, 1986) mais a aussi été récolté en pays tempérés (Allemagne : Wiedner *et al.*, 1996 ; Autriche : Claus, 1961 ; Dokulil, 1996 ; Grèce : Skuja, 1937 ; Hongrie : Hamar, 1977 ; Horecka & Komarek, 1979 ; Padisak, 1996 ; Roumanie : Horecka & Komarek, 1979 ; Slovaquie : Hindak, 1988 ; Tchécoslovaquie : Horecka & Komarek, 1979 ; URSS : Kogan, 1956, 1967 en Turkménie ; Obuchova & Kosenko, 1964, au Kazakstan ; USA : Hill, 1970, au Minnesota ; Prescott & Andrews, 1955, au Kansas).

En France, ce taxon n'avait jamais été signalé jusqu'à présent. Avec l'Allemagne, l'Autriche et la Slovaquie, Viry-Châtillon est une des stations les plus septentrionales de l'hémisphère nord. L'étang des Francs-Pêcheurs, surveillé depuis 1993 du point de vue phytoplanctonique, n'avait pas révélé, jusqu'en 1994, la présence de *C. raciborskii*. Ou bien l'algue était indigène, faisant partie du phytoplancton local mais en quantité si faible

qu'elle serait passée jusque là inaperçue ; les conditions environnementales de 1994 pourraient lui avoir permis de proliférer. L'introduction peut également être envisagée, mais par quel vecteur ? L'essentiel de l'alimentation en eau de l'étang provient de la nappe phréatique, ce qui élimine l'hypothèse d'une contamination par le réseau hydrographique ou les rejets sauvages d'eau douce d'aquarium tropical. La gestion de l'étang, assurée par une société de pêche seule à y pratiquer son activité, l'alevinage, pourrait aussi être la cause de l'introduction. Les oiseaux migrateurs peuvent également être incriminés d'autant que les peuplements de *C. raciborskii* d'Allemagne, d'Autriche, de Hongrie ou de Slovaquie sont à des distances modestes de la région parisienne.

Parmi les nombreux travaux faisant référence à la présence de *C. raciborskii* peu fournissent des informations sur les conditions écologiques des milieux colonisés et sur l'importance de la biomasse développée par cette algue. En ce qui concerne les conditions environnementales, quelques paramètres peuvent être comparés aux résultats obtenus sur l'étang des Francs-Pêcheurs. Ainsi, pour la température de l'eau, on relève des valeurs de 18 à 30° C, le « bloom » se produisant le plus souvent à des températures égales ou supérieures à 26° C (pour les pays tempérés, voir Horecka & Komarek, 1979 ; Prescott & Andrews, 1955 ; et pour les pays tropicaux ou subtropicaux, Branco & Senna, 1994 ; Imevbore, 1967 ; Komarek, 1984 ; Seenayya & Subba Raju, 1972 et Singh, 1962). Ces températures coïncident avec celles du « bloom » de l'étang des Francs-Pêcheurs. On peut en conclure que *C. raciborskii* se développe de façon explosive entre 26 et 30° C, indépendamment de la localisation géographique. Les informations concernant le pH, moins nombreuses, montrent des variations entre 6 et 10, avec une dominante au delà de 8 (Branco & Senna, 1994 ; Horecka & Komarek, 1979 ; Imevbore, 1967 ; Prescott & Andrews, 1955 ; Seenayya & Subba Raju, 1972 et Singh, 1962), conditions analogues à celles de l'étang des Francs-Pêcheurs. La valeur isolée de 6,05 du 6 septembre est à considérer comme un artefact. La multiplication active de *C. raciborskii* est donc associée à un milieu nettement basique. L'interprétation des rares données concernant les autres paramètres physico-chimiques des milieux est malaisée, les méthodes de mesure mises en oeuvre étant rarement précisées, et les unités pour exprimer les résultats, souvent hétérogènes. Quoi qu'il en soit, quelques remarques peuvent être faites à propos de la teneur en oxygène dissous. Ainsi, les valeurs mentionnées fluctuent entre 7,5 et 12,7 mg l^{-1} (voir Branco & Senna, 1994 ; Horecka & Komarek, 1979 ; Prescott & Andrews, 1955) sans précisions relatives au pic des blooms. Dans l'étang des Francs-Pêcheurs, durant la période de prolifération de *C. raciborskii*, la teneur en oxygène dissous en surface avoisine 10 mg l^{-1} et ne présente pas de différence notoire par rapport aux mois précédents. Cependant, la couche profonde tend à l'anoxie. *C. raciborskii* produit sans doute une quantité importante d'oxygène par une photosynthèse active. Mais, malgré une relative homogénéité thermique du lac, cette oxygénation ne se propage pas en profondeur où le milieu reste très déficitaire. Enfin, si beaucoup d'auteurs considèrent les milieux où *C. raciborskii* s'est manifesté comme eutrophes, trop peu donnent d'explications à ce sujet. On peut cependant signaler, à propos de l'étang des Francs-Pêcheurs, que le fort gradient de l'oxygène dissous favorise l'anaérobiose au niveau du sédiment et, par conséquent, la libération du phosphore, d'autant plus que les températures sont élevées (Harper, 1992). Les teneurs en nitrates et en orthophosphates dosées dans l'eau libre de subsurface, ne reflètent probablement pas le stock réel du lac en nutriments. En effet, le développement d'une espèce algale, manifestement très bien adaptée aux conditions locales (*C. raciborskii*), doit entraîner une assimilation immédiate des nutriments disponibles, engendrant ainsi un recyclage très rapide de ces éléments. La concentration en phosphore total (jusqu'à 0,6 mg l^{-1}) atteste de son utilisation par la biomasse algale. Outre les conditions de température

élevée, cette algue pourrait être avantagée par de faibles teneurs en azote. Ses hétérocystes lui permettent de fixer l'azote atmosphérique et pourraient lui procurer un avantage stratégique vis à vis de cet élément (Reynolds, 1984). Signalons également que, dans le milieu, le rapport NO_3^-/PO_4^{3-} évolue entre 2 et 10 pour la période concernée alors que Seenayya & Subba Raju (1972) mesurent entre 50 et 80.

Si Viry-Châtillon est le premier site en France où *C. raciborskii* est découvert, la prolifération qui s'y est manifestée, avec son pic de 4,13 10^8 individus par litre est, quantitativement, aussi la plus importante de celles mesurées jusqu'à présent. En effet, parmi les données disponibles, on note pour le lac Balaton (Hongrie, Padisak *et al.*, 1984), 10^8 trichomes par litre, plusieurs dizaines de millions par litre au Brésil (Branco & Senna, 1994) et 3,6 10^6 pour la rivière Tisza en Hongrie (Hamar, 1977). L'expansion en Europe occidentale de *C. raciborskii* et l'importance de sa prolifération en France, en 1994, sont préoccupantes. Ce Cyanoprocaryote, considéré comme responsable de l'intoxication d'un certain nombre de personnes par le biais de l'eau de boisson à Pahu Island sur la côte N.E. de l'Australie (Hawkins *et al.*, 1985), élabore la cylindrospermopsine, alcaloïde pouvant intervenir sur la santé humaine comme hépatotoxine (Hawkins *et al.*, 1985 ; Ohtani *et al.*, 1992). Les expérimentations menées sur des souris ont montré une DL 50 à 24 h de 64 ± 5 mg de culture lyophilisée par kilogramme d'animal. Les lésions observées concernent le foie mais aussi d'autres organes comme les reins, les poumons ou l'intestin. La découverte de *C. raciborskii*, pour la première fois en France, ne présente donc pas simplement un intérêt taxinomique ou biogéographique, mais elle soulève un problème de santé humaine. La localisation du site colonisé, au voisinage immédiat de Paris, tout particulièrement des communes de Choisy le Roi et d'Ivry sur Seine où sont installées d'importantes stations de traitement d'eau pour la consommation, incite à une vigilance particulière. Un suivi attentif de la situation biologique de l'étang des Francs-Pêcheurs apparaît donc comme une priorité. Il faut reconnaître que dans trois autres étangs contigus étudiés en parallèle, cette algue n'a pas été détectée jusqu'à présent. En cas de nouvelle prolifération, une recherche de la toxine sur le site serait indispensable.

REMERCIEMENTS — Les auteurs remercient Monsieur LEROY responsable de la cellule eau du Conseil Général du Département de l'Essonne, Monsieur GROS, directeur de l'INDERA qui a pris en charge la réalisation des analyses chimiques et Monsieur DESPERTS (INDERA). L'algue a été rencontrée au cours de l'étude de réhabilitation et de mise en valeur des étangs de Viry-Châtillon et de Grigny financée par le Conseil Général de l'Essonne, la Région Ile de France et l'Agence de l'Eau Seine-Normandie.

RÉFÉRENCES

AFNOR, 1994. *Recueil de Normes Françaises pour l'analyse des eaux*. Paris, AFNOR, 862 p.

BOURRELLY P., 1985 — *Les algues d'eau douce. III. Les algues bleues et rouges, les Eugléniens, Péridiniens et Cryptomonadines*. Paris, Boubée & Cie, 2nd éd., 606 p.

BRANCO C.W.C. & SENNA P.A.C., 1991 — The taxonomic elucidation of the Paranoa lake problem : *Cylindrospermopsis raciborskii. Bulletin du Jardin Botanique National de Belgique* 61 : 85-91.

BRANCO C.W.C. & SENNA P.A.C., 1994 — Factors influencing the development of *Cylindrospermopsis raciborskii* and *Microcystis aeruginosa* in the Paranoa reservoir, Brasilia, Brazil. *Algological Studies* 75: 85-96.

BRUNNTHALER J., 1914 — Beitrag zur Süßwasseralgenflora von Ägypten. *Hedwigia* 54: 219-225.

CLAUS G., 1961 — Contributions to the knowledge of the Blue-green algae of the Salzlackengebiet in Austria. *Internationale Revue der Gesamten Hydrobiologie und Hydrographie* 46 (4) : 514-541.

DOKULIL M.T., 1996 — *Eutrophication and restoration of an urban lake in Vienna. Changes in stable states.* 10th Workshop I.A.P. 21-29 June 1996. Granada.

HAMAR J., 1977 — Data on knowledge of the blue-green alga *Anabaenopsis raciborskii* Wolosz. *Tiscia (Szeged)* 12 : 17-20.

HARPER D., 1992 — *Eutrophication of freshwaters — principles, problems and restoration.* London, Chapman & Hale, 327 p.

HAWKINS P.R., RUNNEGAR M.T.C., JACKSON A.R.B. & FALCONER I.R., 1985 — Severe hepatotoxicity caused by the tropical cyanobacterium (blue-green alga) *Cylindrospermopsis raciborskii* (Woloszynska) Seenayya & Subba Raju isolated from a domestic water supply reservoir. *Applied Environmental Microbiology* 50 (5): 1292-1295.

HILL H., 1970 — *Anabaenopsis raciborskii* Woloszynska in Minnesota lakes. *Journal of the Minnesota Academy of Science* 36 (2-3): 80-82.

HINDAK F., 1988 — Planktic species of two related genera *Cylindrospermopsis* and *Anabaenopsis* from Western Slovakia. *Algological Studies* 50-53: 283-302.

HORECKA M. & KOMAREK J., 1979 — Taxonomic position of three planktonic blue-green algae from the genera *Aphanizomenon* and *Cylindrospermopsis*. *Preslia (Praha)* 51: 289-312.

IMEVBORE A.M.A., 1967 — Hydrology and plankton of Eleiyele reservoir, Ibadan, Nigeria. *Hydrobiologia* 30 (1): 154-176.

JEEJI-BAI N., HEGEWALD E. & SOEDER C.J., 1977 — Revision and taxonomic analysis of the genus *Anabaenopsis*. *Algological Studies* 18: 3-24.

KOGAN S.Y., 1956 — Species algarum curiosae e Turkmenia. *Notulae Systematicae e Sectione Cryptogamica Instituti Botanici Academiae Scientiarum USSR, Moskwa* 2: 33-35.

KOGAN S.Y. 1967 — Species novae cyanophytorum e generibus *Anabaena*, *Anabaenopsis* et *Raphidiopsis* in canale Karakumico (Turcomania) inventae. *Notulae Systematicae e Sectione Cryptogamica Instituti Botanici Academiae Scientiarum USSR, Moskwa*, 3: 3-11.

KOMAREK J., 1984 — Sobre las cianoficeas de Cuba : (3) Especies planctonicas que forman florecimientos de las aguas. *Acta Botanica Cubana* 19: 1-33.

KOMAREK J. & ANAGNOSTIDIS K., 1989 — Modern approach to the classification system of Cyanophytes 4 — Nostocales. *Algological Studies* 56: 247-345.

KOMAREK J. & KLING H., 1991 — Variation in six planktonic cyanophyte genera in lake Victoria (East Africa). *Algological Studies* 61: 21-45.

LEWIS W.M. Jr., 1986 — Phytoplankton succession in lake Valencia, Venezuela. *Hydrobiologia* 138 (2): 189-203.

MEYBECK M., 1983 — Atmospheric inputs and river transport of dissolved substances. *In* : *Dissolved Loads of River and Surface Water Quantity/Quality Relationships*. Proceedings Hamburg Symposium, August 1983. IAHS Pub. n°141, pp. 173-191.

MILLER V.V., 1923 — K sistematike roda *Anabaena* Bory (Zur Systematik der Gattung *Anabaena* Bory). *Russky Archiv Protistologii Obshch.* 2: 116-126.

NAIR G.U., 1967 — The Nostocaceae of Kanpur. II. *Hydrobiologia* 30 (1): 145-153.

NISBET M. & VERNEAUX J., 1970 — Composantes chimiques des eaux courantes. *Annales de Limnologie* 6 (2): 161-190.

OBUCHOVA V.M., & KOSENKO E.P., 1964 — Species novae *Anabaenopsis* (Wolosz.) Miller. *Botanichekige Materialy Gerbariya Instituta botaniki Akademii Nauk Kazakhsksi SSR* 2: 74-85.

OHTANI I., MOORE R.E. & RUNNEGAR M.T.C., 1992 — Cylindrospermopsine: a potent hepatotoxin from the blue-green alga *Cylindrospermopsis raciborskii*. *Journal of American Chemical Society* 114: 7941-7942.

PADISAK J., 1996 — Occurrence of *Anabaenopsis raciborskii* Wolosz. in the pond Tómalom near Sopron, Hungary. *Acta Botanica Academiae Scientiarum Hungaricae* 36 (1-4): 163-165.

PADISAK J., TOTH G.L. & VÖRÖS L., 1984 — *Anabaenopsis raciborskii* Wolosz. bloom in lake Balaton in the summer and autumn of 1982. *B.F.B. Bericht* 51: 77-81.
PRESCOTT G.W. & ANDREWS T.F., 1955 — A new species of *Anabaenopsis* in a Kansas lake with notes on limnology. *Hydrobiologia* 7 (1-2): 60-63.
REYNOLDS C.S., 1984 — *The ecology of freshwater phytoplankton.* Cambridge studies in ecology, Cambridge, 384 p.
SEENAYYA G. & SUBBA RAJU, 1972 — *In*: Desikachary (ed.), *Taxonomy and Biology of Blue-green Algae.* Univ. Madras, pp. 52-57.
SINGH R.N. 1962 — Seasonal variants of *Anabaenopsis raciborskii* Wolosz. *Hydrobiologia* 20 (1): 87-91.
SKUJA H., 1937 — Süßwasseralgen aus Griechenland und Kleinasien. *Hedwigia* 77: 15-70.
SKUJA H., 1949 — Zur Süsswasseralgenflora Burmas. *Nova Acta Regiae Societatis Scientiarum Upsaliensis*, Ser. 4, 14 (5): 1-188, 37 pls.
TAYLOR W.R., 1932 — Notes on the genus *Anabaenopsis. American Journal of Botany* 19: 454-463.
UTERMÖHL H., 1958 — Zur Vervollkommung der quantitativen Phytoplankton-Methodik. *Mitteilungen Internationale Vereinigung für theoretische und angewandte Limnologie* 9: 1-38.
WIEDNER C., NIXDORF B. & ZIPPEL P., 1996 — *Phytoplankton succession in five lakes with different hydrography, morphology and trophic conditions located in the Scharmützelsee region (East Brandenburg, Germany).* 10th Workshop I.A.P. 21-29 June 1996, Granada.
WOLOSZYNSKA J., 1912 — O glonach planktonowych niektórych jezior jawanskich, z uwzglednieniem glonów Sawy. Das Phytoplankton einiger javanischer Seen mit Berücksichtigung des Sawa-Planktons. *Bulletin International de l'Académie des Sciences de Cracovie. Classe des Sciences Mathématiques et Naturelles*, 6B: 649-709.
ZALOCAR DE DOMITROVIC Y., 1990 — Efecto de las fluctuationes del nivel idrometrico sobre el fitoplancton en tres lagunas islenas en el area de la confluencia de los rios Parana y Paraguay. *ECOSUR* 16: 13-29.
ZALOCAR DE DOMITROVIC Y., 1992 — Fitoplancton de ambientes inundables del rio Parana (Argentina). *Revue Hydrobiologie Tropicale* 25 (3): 177-188.
ZALOCAR DE DOMITROVIC Y., 1993 — Fitoplancton de una laguna vegetada por *Eichhornia crassipes* en el valle de inundacion del rio Parana (Argentina). *Ambiente Sutropical* 3: 39-67.

	Prof. (m)	01/03	08/04	03/05	07/06	05/07	19/07	09/08	18/08	06/09	20/09	06/10
Oxygène ($mg.l^{-1}$)	-0,3	14,3	9,9	8,7	6,2	7,8	7,9	10,0	10,4	8,6	9,8	5,3
	-0,5	14,3	9,8	8,6	6,1	7,8	8,0	10,0	10,0	8,8	9,9	6,0
	-1	17,3	9,8	8,9	6,0	7,6	7,6	9,4	6,3	6,7	7,4	5,2
	-1,5	18,3	9,7	8,8	6,0	6,8	6,9	9,3	5,2	5,4	6,5	4,1
	-2	16,3	9,6	12,2	6,5	6,6	6,5	7,5	5,2	4,7	6,4	3,0
	-2,5	11,4	9,6	10,2	6,2	0,2	1,2	4,0	0,5	0,3	6,3	2,3
	-3	5,9	0,1	0,5	0,5	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0	0,1	1,6
	-3,5	3,5										
Oxygène (% sat.)	-0,3	125	90	92	65	95	98	130	126	95	102	53
	-0,5	124	87	96	67	95	100	130	120	97	102	57
	-1	144	88	97	65	92	95	121	75	81	75	50
	-1,5	147	84	93	64	86	86	119	62	58	66	38
	-2	130	85	130	70	80	80	96	61	51	66	30
	-2,5	90	83	98	65	2	15	51	6	3	63	21
	-3	48	1	1	5	0	1	1			2	16
	-3,5	29										
pH	-0,3	8,57	8,60	8,52	7,96	8,06	8,05	8,12	8,23	6,05	8,61	7,25
	-0,5	8,57	8,59	8,49	7,93	8,09	8,07	8,17	8,26	6,03	8,62	7,33
	-1	8,60	8,59	8,49	7,92	7,93	7,95	8,21	8,18	6,00	8,25	7,38
	-1,5	8,58	8,58	8,49	7,90	7,97	7,96	8,22	8,06	5,96	7,99	7,39
	-2	8,50	8,57	8,68	7,99	7,92	7,90	8,30	7,97	5,89	8,10	7,41
	-2,5	8,49	8,56	8,52	7,92	7,20	7,40	8,03	7,59	6,02	8,07	7,39
	-3	7,91	8,52	7,32	7,24	6,92	7,03	7,38	7,00	5,80	7,51	7,37
	-3,5	7,61										
Température (°C)	-0,3	7,0	10,8	19,4	19,9	26,2	26,1	28,5	23,6	19,5	16,1	15,8
	-0,5	7,0	10,8	19,3	19,6	26,2	26,1	28,4	23,1	19,5	15,5	15,6
	-1	6,8	10,8	18,3	19,2	26,2	26,1	28,0	22,5	19,0	15,2	14,9
	-1,5	5,6	10,7	18,1	18,9	26,2	26,1	27,6	22,1	18,8	15,2	14,7
	-2	4,8	10,6	15,9	18,8	26,1	25,5	27,2	21,9	18,8	15,2	14,6
	-2,5	4,9	10,5	14,1	18,7	24,4	24,3	26,8	21,7	18,8	15,2	14,6
	-3	5,2	10,5	13,3	18,7	23,6	23,6	26,4	21,5	18,6	15,3	14,7
	-3,5	5,5										
Potentiel Redox mV (H^+)	-0,3	356	284	222	279	230	222	283	273	139	330	319
	-0,5	345	286	220	279	230	219	272	273	134	331	320
	-1	338	288	233	281	232	221	269	273	148	334	321
	-1,5	323	289	229	282	238	237	269	272	159	331	325
	-2	323	291	224	282	236	229	242	254	127	319	327
	-2,5	320	294	218	283	-13	59	-20	-23	171	311	317
	-3	325	187	242	24	-143	-143	-154	-150	110	38	87
	-3,5	96										
Conductivité ($mS.cm^{-1}$)	-0,3	1,80	1,78	1,76	1,74	1,74	1,74	1,55	1,49	1,50	1,48	1,52
	-0,5	1,80	1,78	1,76	1,75	1,74	1,74	1,55	1,49	1,50	1,48	1,52
	-1	1,80	1,78	1,77	1,75	1,75	1,75	1,55	1,50	1,50	1,48	1,52
	-1,5	1,81	1,78	1,77	1,75	1,75	1,75	1,53	1,50	1,50	1,48	1,52
	-2	1,83	1,78	1,74	1,75	1,75	1,75	1,51	1,50	1,50	1,48	1,53
	-2,5	1,85	1,78	1,76	1,75	1,60	1,70	1,50	1,53	1,54	1,50	1,53
	-3	1,88	1,45	1,53	1,51	1,62	1,57	1,48	1,53	1,54	1,50	1,54
	-3,5	1,89										

Tableau 1. Données physico-chimiques obtenues à la verticale du point de profondeur maximale de l'étang des Francs-Pêcheurs, du 1 mars au 6 octobre 1994.

Table 1. Physico-chemical data during 1994 at the maximal depth point in *Francs-Pêcheurs* lake.

	01/03	08/04	03/05	07/06	05/07	19/07	09/08	18/08	06/09	20/09	06/10
Chlorophylle a ($\mu g.l^{-1}$)	3	43	5	2	9	16	49	77	35	66	33
Phéopigments ($\mu g.l^{-1}$)	-	0,1	< 0,1	7	8	29	2	36	62	16	14
Transparence (m)	0,85	0,85	1,50	2,00	1,50	1,50	0,80	0,50	0,40	0,30	0,50
Millions algues.l^{-1}	37,2	30,1	5,8	1,8	1,8	21,4	86,5	123,6	421,8	167,5	148,5
MES ($mg.l^{-1}$)	7	25	5	4	5	7	10	15	21	18	13
C.O.T. ($mgO.l^{-1}$)	8,3	5,4	8,3	8,0	8,5	8,1	6,1	14,4	12,3	14,6	13,2
DBO_5 ($mgO.l^{-1}$)	3	8	3	3	5	5	4	7	6	7	5
Ca^{2+} ($mg.l^{-1}$)	260	167	252	241	247	256	264	270	254	257	258
HCO_3^- ($mg.l^{-1}$)	-	-	-	127	122	134	115	117	90	102	105
Cl^- ($mg.l^{-1}$)	85	71	86	85	87	88	89	92	90	87	89
SO_4^{2-} ($mg.l^{-1}$)	495	860	747	946	760	640	811	693	675	737	987
Ntk ($mg.l^{-1}$)	1,0	1,5	< 0,5	< 0,5	1,6	0,7	12,5	1,5	3,0	2,0	2,0
NH_4^+ ($mg.l^{-1}$)	0,05	0,02	0,05	0,02	0,10	0,10	0,05	0,10	0,05	0,07	0,25
NO_3^- ($mg.l^{-1}$)	0,05	0,05	0,10	0,25	0,20	0,20	0,10	0,20	0,05	0,50	0,20
NO_2^- ($mg.l^{-1}$)	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
PO_4^{3-} ($mg.l^{-1}$)	0,05	0,05	0,10	0,05	0,02	0,05	0,05	0,05	0,02	0,05	0,02
Ptot. ($mg.l^{-1}$)	0,15	0,20	0,25	0,10	0,10	0,41	0,05	0,10	0,10	0,60	0,10

Tableau 2. Evolution de quelques paramètres physico-chimiques analysés pour l'eau de subsurface de l'étang des Francs-Pêcheurs au cours de la période du 1er mars au 6 octobre 1994.

Table 2. Chemical and algal data measured during 1994 on the subsurface water in *Francs-Pêcheurs* lake.

COMPTE-RENDU DU 15e COLLOQUE DE L'ASSOCIATION DES DIATOMISTES DE LANGUE FRANCAISE

INSTITUT DE MEDECINE LÉGALE
11, rue Humann, 67085, Strasbourg, France

25-27 Septembre 1996

The 15th meeting of the Association des Diatomistes de Langue Française (A.D.LA.F.) *was held at the* Institut de Médecine Légale *in Strasbourg (25th to 27th September). There were 54 attendants from Belgian, Canadian, Spanish, French, Italian, Luxembourg, Roumanian and Swiss who presented the results of last works and discussed fundamental and applied aspects of research on diatoms. 14 papers and 10 posters were presented, dealing with fossil diatoms (paleoclimatology, paleostratigraphy and paleofloristic), recent diatoms (phytosociology, ecology, taxonomy, ultrastructure, physiology and valorization) and use of diatoms as indicators in legal Medicine (diagnosis of human drowning).*

Le 15e colloque de l'Association des Diatomistes de Langue Française s'est déroulé à Strasbourg du 25 au 27 septembre 1996, à l'Institut de Médecine Légale. Ce colloque a réuni 54 participants, belges, canadiens, espagnols, français, italiens, luxembourgeois, roumains et suisses qui, durant trois jours, ont présenté leurs travaux et ont échangé leurs idées sur les divers aspects de la recherche fondamentale et appliquée traitant des diatomées. 14 communications et 10 posters ont été présentés : ils traitaient respectivement des diatomées fossiles (paléoclimatologie, paléostratigraphie et paléofloristique), des diatomées actuelles (phytosociologie, écologie, floristique, taxinomie, ultrastructure, physiologie et valorisation), de l'application des diatomées en médecine légale (diagnostic de la noyade humaine).

LISTE DES PARTICIPANTS

BERTRAND, Jean, St-Jean-de-Braye, France.
BURY, Roland, Strasbourg, France.
CAZAUBON, Arlette, Marseille, France.
CHAUMONT, André-Jean, Strasbourg, France.
COMPÈRE, Pierre, Meise, Belgique.
CORNET, Colette, Namur, Belgique.
COSTE, Michel, Cestas, France.
DEMORTIER, Guillaume, Moulins-lès-Metz, France.

DORAY, Stéphane, Strasbourg, France.
DRUART, Jean Claude, Thonon-les-Bains, France.
DUC, Jean-Michel, Rosny-sous-Bois, France.
ECTOR, Luc, Luxembourg, Grand Duché du Luxembourg.
EULIN, Anne, Toulouse, France.
FABRE, Michel, Strasbourg, France.
FORNES, Paul, Paris, France.
GERAUT, Annie, Strasbourg, France.
GIRAUDET, Pierre, Neuilly, France.
GIUFFRE, Giovanni, Messina, Italie.
GROSSET, Gérard, Toulouse, France.
HORN, Michel, Herouville, France.
HURNI, Viviane, Berne, Suisse.
ISCRU, Gérard, Strasbourg, France.
KARQUEL, Cyrille, Lille, France.
KOFMAN, Sandrine, Lyon, France.
LE COHU, René, Toulouse, France.
LESNIAK, Christophe, Douai, France.
LUDES, Bertrand, Strasbourg, France.
MARSOT, Pierre, Rimouski, Canada.
MAZUER, Pierre, Metz, France.
MERGEAI, Isabelle, Namur, Belgique.
MONCAUT, Philippe, Angers, France.
NORTH, Nicole, Strasbourg, France.
PIERRE, Jean-François, Vandœuvre, France.
PENNERA, Delphine, Strasbourg, France.
PESTREA, Simona, Bucarest, Roumanie.
PLANTE-CUNY, Marie-Reine, Marseille, France.
POBIS, Katia, Angers, France.
PRYGIEL, Jean, Douai, France.
QUEGUINER, Bernard, Brest, France.
RACAPE, Yves, Châlons-en-Champagne, France.
RAYNAUD, Guy, Paris, France.
RIAUX-GOBIN, Catherine, Banyuls, France.
ROECK, Uté, Graffenstaden, France.
ROMO, Susana, Valencia, Espagne.
RUMEAU, Alain, Rossans-sur-Matz, France.
SCHULIAR, Yves, Rosny-sous-Bois, France.
SERIEYSSOL, Karen, Paris, France.
STRAUB, François, La Chaux-de-Fonds, Suisse.
TORTEL, Marie-Claire, Strasbourg, France.
TRICOT, Anne, Strasbourg, France.
VAN DE VIJVER, Bart, Berchem, Belgique.
VECTEN, Jean-Luc, Metz, France.
VIDAL, Henri, Nice, France.
VIZINET, Jessica, Nanterre, France.

RÉSUMÉ DES COMMUNICATIONS

A. — Diatomées fossiles, marines et continentales

Les assemblages à diatomées d'âge Pliocène du bassin Ciuc et du bassin Baraolt. Simona PESTREA. (Institut de Géologie de Roumanie, Laboratoire de Paléontologie, Str. Caransebes Nr. 1, RO-78344 Bucarest 32, Roumanie).

Le bassin Ciuc et le bassin Baraolt représentent deux zones de la sédimentation d'âge Pliocène dans les Carpates orientales de la Roumanie. Les dépôts à diatomites sont partie prenante de la formation volcanique sédimentaire. Si dans le bassin Baraolt, les associations à diatomées sont connues depuis des années, dans le bassin Ciuc, cette étude en constitue la première description.

L'étude microscopique, réalisée sur 120 échantillons provenant de deux forages dans le bassin Ciuc, a revélé une association à diatomées d'eau douce, dominée par les espèces planctoniques : *Aulacoseira granulata* (Ehrenberg) Ralfs, *Cyclotella ocellata* Pantocsek et *Coscinodiscus jamborii* M. Hajos. Plusieurs niveaux stratigraphiques, caractérisés par un pourcentage plus élevé de diatomées benthiques ont été remarqués, ce qui indique plusieurs stades de changement du niveau lacustre. Par contre, dans les assemblages à diatomées provenant du bassin Baraolt, les diatomées benthiques appartenant aux genres *Cocconeis*, *Achnanthes*, *Amphora*, *Diploneis*, *Cymbella*, *Gomphonema* et *Fragilaria* dominent, suggérant des conditions moins profondes du milieu par rapport au bassin Ciuc.

La composition des assemblages à diatomées d'âge Pliocène est bien différente de celle des assemblages d'âge Miocène. On y rencontre des espèces connues du Miocène où la plupart des associations diatomiques renferment des espèces caractéristiques de dépôts d'âge Pliocène. On remarque également une ressemblance morphologique assez forte entre les diatomées fossiles du Pliocène et celles du Quaternaire.

B. — Diatomées actuelles, marines et continentales

Contribution à l'étude des diatomées du Sénégal. Pierre COMPÈRE. (Jardin Botanique National, Domein van Bouchout, B-1860 Meise, Belgique).

Les diatomées présentées dans cette étude ont été récoltées dans le bassin du Siné-Saloum (Sénégal occidental et central) et dans ceux de la Gambie et de la Ngeba (Sénégal méridional) ; quelques prélèvements du lac Retba y ont été ajoutés. Il s'agit généralement d'eaux douces, mais aussi d'eaux saumâtres, parfois très chargées en sel. Ces récoltes ont été faites lors d'un voyage au Sénégal en novembre 1984. Il s'agit donc d'échantillons ponctuels qui ne présentent qu'un aspect local et saisonnier de la végétation algale ; de nouvelles récoltes, mieux réparties sur toutes les saisons, seraient nécessaires pour avoir une bonne idée de la flore algale de ces régions. Cependant, compte tenu de la rareté des données concernant les algues de cette partie du Sénégal, il paraissait utile de présenter les diatomées observées, illustrées par des photos au microscope optique et au microscope électronique à balayage. Près de 250 taxons de diatomées ont été recensés dont environ 230 pennales et seulement une quinzaine de centriques.

Premier inventaire des diatomées des eaux douces de Martinique. Essai de caractérisation de la qualité des eaux en milieu subtropical. Michel COSTE[1] et A. DAUTA[2]. ([1]Cemagref Bordeaux, Division Qualité des Eaux, 50, av. de Verdun, 33612 Gazinet, France ;

[2]CESAC, Centre d'Ecologie des systèmes aquatiques continentaux, UMRC 5576, CNRS/UPS, Labo. d'Hydrobiologie, 31062 Toulouse Cedex).

Soixante relevés effectués dans vingt cours d'eau de Martinique en mai 1996 ont permis de dresser un pré-inventaire des diatomées benthiques. La microflore diatomique des eaux douces antillaises reste peu étudiée et les travaux disponibles sont souvent relativement anciens (Bourrelly & Manguin, Algues d'eau douce de la Guadeloupe, 282 p. 1952, Paris ; Foged, *Bibl. Diatom.* 5: 1-243, 1984).

La microflore se répartit suivant une zonation altitudinale et en fonction d'un gradient climatique nord-sud, indépendamment de la qualité des eaux. Dans leurs portions amont, les rivières du nord s'écoulent sous le couvert de la forêt tropicale et sont riches en matière organique d'origine végétale (litière). Elles hébergent des formes fortement silicifiées (*Rhopalodia, Denticula, Amphora*). Les cours moyens reçoivent les premiers rejets agricoles (rhumeries, bananeraies), mais le cortège des espèces polluorésistantes n'y est pas nettement individualisé, en raison du caractère torrentiel des cours d'eau et de débits parfois importants entraînant une forte dérive amont-aval des peuplements. Néanmoins l'abondance des petites Naviculacées (*Diadesmis confervacea* Kützing, *Navicula submolesta* Hustedt) est souvent suffisante pour déceler ces contaminations. Les cours inférieurs sont souvent très pollués (comme la Jambette à l'aval de Fort de France), avec des taxons polluorésistants cosmopolites parfois caractéristiques des eaux saumâtres (*Nitzschia frustulum* (Kützing) Grunow).

Les rivières du sud présentent des débits plus faibles (souvent à sec) et des eaux plus pures (conductivités nettement plus élevées), avec prédominance de formes halophiles cosmopolites (*Pleurosira laevis* (Ehrenberg) Compère, *Thalassiosira weissflogii* (Grunow) Fryxell & Hasle) ou tropicales (*Terpsinoe musica* Ehrenberg).

Les possibilités d'utilisation des diatomées pour le diagnostic de la qualité des eaux ont été examinées à l'aide d'une analyse factorielle, après confrontation des caractéristiques physico-chimiques de l'eau et des relevés biologiques réalisés simultanément. Elles ont permis de mettre au point un indice diatomique des eaux en milieu subtropical.

Une variété nouvelle de *Neidium herrmannii* Hustedt a été décrite. (NB. pour Krammer et Lange-Bertalot, Süsswasserflora 2 (1): 272, *N. herrmannii* = *N. javanicum* Hustedt).

Les diatomées épilithiques meilleurs bioindicateurs que les macroinvertébrés pour l'évaluation de la qualité de la partie rhithrale des cours d'eau : cas des ruisseaux de l'Our (Luxembourg). Luc ECTOR[1], A. DOHET[1], D. DOLISY[2] et L. HOFFMANN[3]. ([1]CRP-Centre Universitaire, CREBS, 162a, avenue de la Faencerie, L-1511 Luxembourg, G.D. de Luxembourg ; [2]Musée d'Histoire Naturelle, Marché-aux-Poissons, L-2345 Luxembourg, G.D. de Luxembourg ; [3]Département de Botanique, B22, Université de Liège, Sart-Tilman, B-4000 Liège, Belgique).

Dans le Parc naturel germano-luxembourgeois, premier parc naturel international d'Europe, une étude biocénotique de la partie rhithrale du bassin de l'Our a été réalisée en automne 1994 et au printemps 1995. Cette étude interdisciplinaire a permis d'établir un atlas de la qualité des ruisseaux et de comparer différents indices chimiques et biologiques, basés sur les diatomées ou sur les macroinvertébrés. Les diatomées épilithiques ont été récoltées dans 23 stations, réparties dans 13 ruisseaux de l'Our. Au total, 185 taxons ont été identifiés et les plus fréquents photographiés en microscopie photonique ; de nombreux taxons sont nouveaux pour le Grand-Duché de Luxembourg. Les diatomées dominantes dans les ruisseaux propres sont *Achnanthes biasolettiana* var. *subatomus* Lange-Bertalot,

A. daonensis Lange-Bertalot, *A. lanceolata* (Brébisson) Grunow, *A. lanceolata* subsp. *frequentissima* Lange-Bertalot, *A. minutissima* Kützing, *Amphora pediculus* (Kützing) Grunow, *Cocconeis placentula* Ehrenberg, *Gomphonema olivaceum* (Hornemann) Brébisson, *G. pumilum* (Grunow) Reichardt & Lange-Bertalot, *Navicula ignota* var. *acceptata* (Hustedt) Lange-Bertalot, *Nitzschia archibaldii* Lange-Bertalot et *Reimeria sinuata* (Gregory) Kociolek & Stoermer ; en cas de pollution organique modérée apparaissent les taxons suivants : *Navicula atomus* var. *permitis* (Hustedt) Lange-Bertalot, *N. minima* Grunow, *N. saprophila* Lange-Bertalot, *N. subminuscula* Manguin et *Nitzschia inconspicua* Grunow.

La qualité chimique et biologique est en général bonne. La plus forte corrélation entre pollution et indice biologique est observée entre l'indice chimique de pollution organique (IPO) et l'indice diatomique de polluosensibilité (IPS), alors que l'indice biologique global normalisé (IBGN), utilisant les macroinvertébrés, ne permet en général pas de mettre en évidence la pollution organique.

Le phytoplancton du marais salant « Pantano di Lingua » de l'île Salina (Mer Tyrrhénienne méridionale). Giovanni GIUFFRE. (Dipartimento di Biologia Animale ed Ecologia Marina, Università di Messina, Salita Sperone 31, S. Agata, I-98166 Messina, Italie.

Le marais salant « Pantano di Lingua » est situé dans l'extrémité S-SE de l'île Salina (îles Eoliennes ou Lipari), 25 miles au Nord de la côte sicilienne, dans la Mer Tyrrhénienne méridionale. Ce petit lac a été utilisé comme saline jusque dans les années quarante et est partagé en deux moitiés de profondeur moyenne différente : respectivement 2 m et 0,5 m.

Une équipe de chercheurs de l'Université de Messine a étudié pendant une année, tous les 3 mois, les paramètres physico-chimiques, le picoplancton et le nano-microphytoplancton des eaux du « Pantano di Lingua ». L'évolution annuelle des paramètres physico-chimiques de ce lac eutrophe et peu profond a montré des variations importantes, non pas de la salinité, mais de la température et de l'oxygène en solution. La faible teneur en oxygène, en été, cause quelques phénomènes dystrophiques dans la moitié peu profonde, et provoque la mort de plusieurs poissons de la famille des *Mugilidae*, les uniques vertébrés pouvant vivre dans cette ex-saline.

Le phytoplancton, toujours abondant, ne comporte qu'un petit nombre d'espèces (environ 15) ; les diatomées sont modestement représentées par les genres *Nitzschia* (prédominant), *Fragilaria*, *Pseudonitzschia*, *Amphora* et *Mastogloia*. Quelques espèces de phytoflagellés du nanophytoplancton, telles que *Chrysochromulina strobilus* Lackey deviennent dominantes et très abondantes lorsque les conditions physico-chimiques sont optimales.

Le picoplancton autotrophe et hétérotrophe (30 % du peuplement), avec le nano-microphytoplancton (70 % du peuplement), est la nourriture des Copépodes, de plusieurs Rotifères (*Hexartha* et *Brachionus*), Ciliés et Dinoflagellés hétérothrophes.

Périodicité de la présence des diatomées et des autres groupes d'algues dans le réservoir de Pareloup (Aveyron). René LE COHU. (Centre d'Ecologie des Systèmes Aquatiques Continentaux, UMR C 5576, Université P. Sabatier, 118, route de Narbonne, F-31062 Toulouse Cedex, France).

L'établissement de la stratification thermique estivale est l'élément dominant du fonctionnement du réservoir de Pareloup : chaque année, elle détermine la mise en place d'une succession phytoplanctonique cyclique. La période de stratification estivale est

marquée par une grande diversité spécifique, représentée par des espèces de petite taille ; la production primaire est maximale, mais la biomasse est faible, le développement des algues étant contrôlé par la prédation. Avec le brassage automnal, on observe une faible augmentation des valeurs de la biomasse qui est principalement due à la présence de *Gonyostomum semen* (Ehrenberg) Diesing et à un faible regain des diatomées. L'augmentation de la valeur de la biomasse (chlorophylle *a*) se poursuit tout au long de l'hiver, avec le développement de *Aulacoseira subartica* (O. Müller) Haworth. A partir du mois de février, *Asterionella formosa* Hassal prend le relais et constitue le maximum de biomasse du printemps ; le déclin d'*Asterionella formosa* est provoqué par une carence en silice. Une phase d'eaux claires résulte de la sédimentation des diatomées et elle se poursuit pendant tout l'été. Les différentes phases du développement du phytoplancton ont été confrontées au PEG-model (Plankton Ecology Group, M. Gawler, G. Balvay, P. Blanc, J.C. Druart & J.P. Pelletier, *Arch. Hydrobiol.* 114 (2): 161-174, 1986).

Le réseau de surveillance «Diatomées» du bassin Artois-Picardie. Modalités d'application. Christophe LESNIAK et Jean PRYGIEL (Mission « Ecologie du Milieu », Agence de l'Eau Artois-Picardie, 764, Bd Lahure, F-59508 Douai Cedex, France).

Des études expérimentales, menées dès 1988 sur plusieurs bassins versants, ont conduit l'Agence de l'Eau Artois-Picardie à mettre en œuvre un réseau de surveillance de la qualité biologique des cours d'eau, fondé sur les diatomées et les indices diatomiques. Si l'indice de Polluosensibilité Spécifique du Cemagref s'est révélé être l'indice le plus performant, au vu des résultats des campagnes de 1990, les difficultés d'application de cet indice, au sein du réseau, nous ont conduits à élaborer un Indice Diatomique Pratique Artois-Picardie, actuellement utilisé en routine. Cet indice devrait laisser la place à l'Indice Biologique Diatomées, mis au point entre les Agences par le Cemagref et qui est actuellement en phase d'application expérimentale.

Le suivi de la qualité des eaux, à l'aide d'indices diatomiques, est effectué tous les 4 ans, depuis 1990, sur l'ensemble des 200 stations du réseau de surveillance du bassin Artois-Picardie, au cours de la période d'étiage. Il permet de mesurer l'efficacité des mesures de lutte contre la pollution sur la qualité des eaux. Si l'ensemble des stations fait l'objet de prélèvements et d'observations à partir de préparations microscopiques, seules les 65 stations du Réseau National de Bassin sont retenues et contrôlées. Cette stratégie permet de se consacrer à l'étude de petits bassins versants (2 par an en moyenne), afin de répondre à des problèmes spécifiques tels que la mise en œuvre de programme SAGE (Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux) qui est une structure de gestion des différents usages de l'eau à l'échelle du bassin versant d'une rivière.

L'étude des données biologiques et chimiques devrait permettre d'adapter les techniques basées sur les spectres écologiques proposés par van Dam *et al.* (A coded checklist and ecological indicator values of freshwater diatoms from the Netherlands. *Netherlands Journal of Aquatic Ecology*, 28 (1): 117-133, 1994), d'évaluer ainsi la qualité de l'eau et d'y déceler diverses altérations.

Activités métaboliques d'une diatomée marine en état de survivance prolongé. Pierre MARSOT, M. MORISSETTE et R. FOURNIER. (Institut National de la Recherche Scientifique (INRS-Océanologie), 310 allée des Ursulines, Rimouski. Québec G5L 3A1, Canada).

Le présent travail décrit, pour la première fois, chez une diatomée, des activités métaboliques de survivance. L'état de survivance ou «métabolisme de maintien» (crois-

sance zéro) de la diatomée *Phaeodactylum tricornutum* Bohlin est étudié durant la phase stationnaire d'une culture à dialyse exposée à un milieu naturel infini (estuaire du Saint-Laurent) et à un régime d'éclairements successifs de 3 heures de lumière, séparés par 3 heures d'obscurité. La culture est demeurée axénique tout au long de l'expérience qui dura 83 jours. Dans les conditions du milieu naturel, la culture présenta deux principaux états stationnaires jorrespondant aux concentrations cellulaires de 45 10^6 cell. ml^{-1} et 71 à 74 10^6 cell. ml^{-1} et aux taux de croissance (µ) respectifs de 0,00 et 0,03 j^{-1}. Durant ces phases stationnaires, les activités d'absorption des NO_3^- + NO_2^- n'affichèrent pas ou très peu de variations cycliques associées au photopériodisme, contrairement aux cellules en phase de croissance. L'activité d'absorption des $PO_4$3- en phases stationnaire et de croissance n'a pas été influencée par la périodicité de notre régime d'éclairement. Les mesures d'O_2 dissous dans le dialysat de la culture, révélèrent une variation cyclique des concentrations en O_2 témoignant d'une diffusion de l'O_2 vers le milieu extérieur durant la photopériode (production de O_2 = photosynthèse), suivie d'une diffusion inverse de l'O_2 vers la culture, durant la période obscure (consommation de O_2 = respiration). Enfin, l'étude démontra que les fonctions métaboliques de la diatomée en état de survivance (absorption de nutriments et variation cyclique des concentrations en O_2 du dialysat) ne subissaient pratiquement pas de perte d'activité. L'absence apparente de la sénescence cellulaire, en phase stationnaire, d'une culture à dyalise nous a été confirmée par une observation microscopique et une analyse particulaire de la culture au compteur de Coulter ne montrant aucune décomposition ou déformation de la diatomée, ni formation de débris cellulaires. L'état de survivance prolongé de micro-algues, réalisé en culture de dialyse, peut être mis à profit dans certaines recherches sur la production continue de métabolites cellulaires et en écotoxicologie comme biocapteur de substances polluantes d'un milieu naturel. Ces perspectives d'application futures ont été discutées.

Formations saumâtres de Lorraine : étude algologique de trois stations inédites. Jean-François PIERRE. (Hydrobiologie-Algologie, Université Henri Poincaré — Nancy I, Centre de 1er Cycle, B.P. 239, F-54506 Vandœuvre Cedex, France).

Le présent travail décrit la flore algale inédite de trois stations appartenant aux formations saumâtres de Lorraine. Il s'agit, d'une part, de la localité d'Aubécourt près de Rémilly (57580), avec deux stations, fossé de drainage et mare, et d'autre part de la station dite d'Haraucourt : fossé de drainage se jetant dans la Seille en face de la dite localité. Les algues, autres que les diatomées, ne sont représentées que par un tout petit nombre d'espèces, ce qui est un caractère commun à l'ensemble des stations étudiées dans ce bassin salifère. Les fossés (Aubécourt, Haraucourt) renferment des algues communes pour ces localités, tels les genres *Vaucheria*, *Enteromorpha*, *Spirogyra* et *Rhizoclonium*. La mare d'Aubécourt contient des cyanobactéries, dont *Spirulina major* Kützing *ex* Gomont, quelques algues unicellulaires ou coloniales et des formes filamenteuses : *Oedogonium* et *Tribonema*.

La flore diatomique est, elle, abondante et diversifiée avec, pour la mare d'Aubécourt : 54 taxons où dominent *Amphora coffeiformis* (Agardh) Kützing, *Navicula capitatoradiata* Germain *ex* Gasse et *Nitzschia constricta* (Kützing) Ralfs ; dans le fossé d'Aubécourt : 66 taxons où dominent *Achnanthes lanceolata* (Brébisson) Grunow et subsp. *rostrata* (Oestrup) Lange-Bertalot et f. *elliptica* Cleve, *Fragilaria capucina* Desmazières, *F. ulna* (Nitzsch) Lange-Bertalot., *Meridion circulare* (Greville) Agardh ; dans le fossé d'Haraucourt : 70 taxons où dominent *Amphora coffeiformis*, *Nitzschia constricta* et *Navicula pygmaea* Kützing.

Durant l'été, la salinité de ces stations était faible, mais suffisante, pour permettre la présence d'espèces indicatrices d'une certaine salinité, comme *Amphora coffeiformis*,

Surirella striatula Turpin, *Bacillaria paxillifer* (O.F. Müller) Hendey, et diverses *Navicula* et *Nitzschia*.

Il est intéressant de noter la présence de Diatomées non encore signalées dans les stations saumâtres de Lorraine, ni même dans les limites du bassin géographique Rhin-Meuse. C'est le cas de *Pinnularia krockii* Grunow, une des rares Pinnulaires « marine » (Mare d'Aubécourt) et de *Denticula subtilis* Grunow, *Navicula contenta* Grunow et *N. saxophila* Bock (fossé d'Haraucourt).

Floraisons de diatomées planctoniques fortement silicifiées dans [redacted] du Front Polaire. Implications pour le cycle biogéochimique du silicium dans l'Océan Austral. Bernard QUEGUINER. (URA CNRS 1513, Institut Universitaire Européen de la Mer, Université de Bretagne Occidentale, B.P. 809, F-29285 Brest Cedex, France).

Dans l'Océan Austral, les proliférations phytoplanctoniques intenses sont principalement liées au retrait printanier de la banquise. De telles proliférations ont été mises en évidence en Mer de Ross et en Mer de Weddell et sont aussi apparentes sur les images satellitaires composites des eaux antarctiques. A la fin de l'année 1992, une campagne internationale, d'octobre à décembre, a permis l'étude du secteur Atlantique de l'Océan Austral en période printanière. Contrairement à la théorie classique, aucune floraison n'a été observée dans la zone de retrait de la banquise, en raison de conditions météorologiques particulièrement défavorables (tempêtes successives entraînant un approfondissement de la couche de surface). En revanche, un fort développement de diatomées a été observé au nord de l'Océan Austral, dans la zone du Front Polaire Antarctique. Dans cette zone, des diatomées fortement silicifiées dominées par *Fragilariopsis kerguelensis* (O' Meava) Hustedt ont été observées à la base de la couche de surface. Bien que des teneurs élevées en chlorophylle *a* y aient précédemment été rapportées, il s'agit, à notre connaissance, de la première observation d'une floraison de grande ampleur dans ce secteur, dont les fonds sont par ailleurs caractérisés par les plus importants dépôts modernes d'opale. Les mesures de production de carbone et de silicium confirment l'existance de développements phytoplanctoniques intenses de la zone du Front Polaire, dans un bilan général de l'Océan Austral.

Sédiments profonds subantarctiques : tests de reviviscence et comparaison des spores de diatomées provenant des sédiments et des cultures. Catherine RIAUX-GOBIN[1] et K.G. JENSEN[2] ([1]URA 2071, CNRS, Laboratoire Arago, F-66650 Banyuls/Mer, France ; [2]Botanical Institute, Dep. Mycology & Phycology, University of Copenhagen, DK-2400 Copenhagen, Denmark).

Lors de la mission ANTARES I, du 5 avril au 23 mai 1993, des kystes de diatomées planctoniques ont été observés à la surface de sédiments subantarctiques profonds, dans le secteur Indien de l'Océan Austral, de 1700 à 4900 m de profondeur dans ce que l'on nomme : «Permanently Open Ocean Zone» (POOZ), au S-W des îles Kerguelen et Heard dans la zone frontale située entre les îles Crozet et Kerguelen. Les sédiments ont été récoltés au carottier multitube Wuttke. A chaque station, des cultures ont été immédiatement initiées à partir d'échantillons non pollués de l'interface. Des assemblages diatomiques paucispécifiques sont apparus, comportant les genres *Chaetoceros* et *Nitzschia*. Ces tests de reviviscence témoignent du fait que, même à de telles profondeurs, certaines cellules enkystées étaient vivantes.

Les cellules enkystées, appartenant principalement au genre *Chaetoceros*, ont pu être étudiées et comparées entre elles à partir des sédiments et des cultures (en microscopie

optique et électronique à balayage). Bien que les cellules végétatives soient souvent difficiles à identifier en cultures, nous avons tenté d'associer les spores et les cellules végétatives. Les variations temporelles quantitatives (chl *a*) et qualitatives ont été suivies sur des cultures. Des relations apparaissent entre la position géographique des prélèvements et la nature de l'assemblage diatomique se développant en culture. Les kystes de *Chaetoceros* assez nombreux dans la zone néphéloïde (fluff ou niveau de particules fraichement sédimentées à la surface du sédiment, très peu compactéet formant des aggégats de poussière) de la POOZ (environ 10^3 kystes ml^{-1} au site KTBO5, à 3615 m de profondeur), sont associés à des concentrations en Chl *a* non négligeables ; par contre, les assemblages en culture sont paucispécifiques (espèces dominantes : *Chaetoceros neglectus* Clève). Dans la partie sud de la zone frontale, les kystes sont très mal conservés, mais leur diversité est assez élevée. Au nord de la Zone frontale les spores sont absentes.

Répartition des diatomées hétérotrophes le long de deux transects littoraux du lac de Neuchâtel (Suisse). François STRAUB. (Laboratoire d'Algologie, Gymnase Cantonal, CH-2300 La Chaux-de-Fonds, Suisse).

Dans le cadre de la rénovation et du redimensionnement de la STEP (Station d'épuration des eaux usées) de Neuchâtel, l'état de santé de l'interface sédiment/eau du bassin de réception (Baie de Saint-Blaise, Lac de Neuchâtel) est estimé, entre autres, par un suivi des populations épipéliques de diatomées. Pour qualifier l'état de santé, une tentative d'application de la méthode des groupes d'espèces différentielles est testée. En utilisant les critères de diagnostic classique pour les rivières, la plupart des populations littorales observées témoignent de qualités saprobiques de la classe II (B-mésosaprobie), tant en zone polluée qu'en zone vierge d'impact. Selon ces critères, une qualité correspondant au haut de la classe II est tout au plus atteinte en zone polluée, tandis que des populations plus riches en espèces sensibles témoigneraient de qualités correspondant au bas de la classe II, dans la zone référentielle vierge d'impact. Ces résultats sont obtenus malgré des déficits de 0.0-54.6 $mgO_2\ l^{-1}$ et de 0.04-7.5 mg d'ammonium l^{-1} en zone polluée, contre respectivement 0 $mgO_2\ l^{-1}$ et 0.00-0.02 $mgNH_4^+\ l^{-1}$ en zone référentielle. Ces valeurs montrent que, parfois, des conditions critiques règnent (limite des zones saprobiques II-III) en zones polluées. L'échelle de diagnostic utilisée semble donc trop optimiste pour être appliquée à des assemblages épipéliques de diatomées, davantage soumis aux mélanges que des assemblages épilithiques de rivières et, de ce fait, dominés par les espèces sensibles à fort pouvoir de croissance comme *Achnanthes minutissima* Kützing et *Amphora pediculus* (Kützing) Grunow. En novembre 1995, en revanche, en zone polluée, à 3 m de profondeur, un assemblage d'eau très dégradée (classe III-IV) a été observé, alors qu'un déficit d'O_2 de 29.6 mg l^{-1} et une teneur de 2.9 mg $NH_4^+\ l^{-1}$ avaient été mesurés.

Dans l'objectif final de calibrer cette méthode et pour avoir simultanément un indicateur direct de matières organiques, les fluctuations d'abondance des taxons hétérotrophes ont été observées en fonction de la profondeur (prélèvements effectués à 3-4, 6 et 9 mètres), sur le transect pollué et sur un transect référentiel non pollué. Deux campagnes de prélèvements réalisées en novembre 1994 ont été dépouillées. Dans les deux transects, on trouve, en général, les abondances maximales de diatomées hétérotrophes à 6 m de profondeur. Sur le transect non pollué, ces abondances se situent entre 0.8 et 3.6 % de la population totale. Ces résultats confirment ceux obtenus précédemment sur un transect de 0 à 1 m de profondeur sur des populations épilithiques. Les abondances de diatomées hétérotrophes observées sur le transect pollué sont significativement plus élevées ; elles se situent entre 5.7 et 13.9 % en automne, avec un maximum de 74.6 % observé le 15.11.1995. Au printemps ces abondances tombent entre 4.6 et 8.8 %.

Parmi les paramètres physico-chimiques mesurés, c'est avec les taux de $NH_4^+ l^{-1}$ et de matières en suspension, que ces fréquences sont le mieux corrélées. Des abondances dépassant 10 % (peut-être dès 8 %) semblent désigner des conditions critiques, qu'il conviendrait de diagnostiquer avec la classe II-III de qualité saprobique.

Les espèces trouvées dans le lac de Neuchâtel et qui passent pour plus ou moins hétérotrophes sont les suivantes, classées par ordre croissant de résistance :

– **sensibles (classe II)** : *Navicula pelliculosa* (Brébisson) Hilse, *N. tripunctata* (O.F. Müller) Bory, *Nitzschia frustulum* Kützing.

tolérantes (classe III) : *Navicula gregaria* Donkin, *Nitzschia amphibia* Grunow, *N. paleacea* Grunow.

— **très tolérantes (classe IV)** : *Gomphonema parvulum* (Kützing) Kützing, *Navicula atomus* (Kützing) Grunow, *N. atomus* var. *permitis* (Hustedt) Lange-Bertalot, *N. goeppertiana* (Bleisch) H.L. Smith, *N. minima* Grunow, *N. molestiformis* Hustedt, *N. saprophila* Lange-Bertalot, *N. seminulum* Grunow, *Nitzschia capitellata* Hustedt, *N. palea* (Kützing) W. Smith.

Les communautés diatomiques de la Géorgie du Sud. Bart VAN DE VIJVER et Luc BEYENS. (Universitair Centrum Antwerpen, Departement Biologie, Groenenborgerlaan 171, B-2020 Antwerpen, Belgique).

La Géorgie du Sud se situe au sud de la Convergence antarctique. Dans cette étude, nous avons échantillonné les eaux douces ainsi que les bryophytes qui recouvrent une grande partie de l'île. 80 échantillons ont été examinés. Au total, 144 taxons ont été observés, appartenant à 29 genres. Les genres les plus abondants sont *Navicula*, *Achnanthes* et *Pinnularia*.

Nous avons été capables de distinguer 7 communautés différentes réunies en trois groupes caractéristiques de trois milieux :

— Le premier grand groupe, avec 5 communautés, se rencontre dans des eaux proches de la neutralité et de faible conductivité. Quelques échantillons, extraits des mousses très humides, sont également à rattacher à ce groupe. Les 5 communautés peuvent être distinguées suivant leur préférence pour différents types d'eau. La communauté à *Achnanthes lanceolata* (Brébisson) Grunow var. *lanceolata* affectionne les eaux courantes. Les communautés à *Fragilaria neoproducta* Lange-Bertalot et à *Achnanthes subatomoides* (Hustedt) Lange-Bertalot & Archibaldt sont présentes dans les plus grands lacs de l'île. Dans les mares à conductivité plus élevée, nous observons la communauté à *Fragilaria germainii* Reichardt & Lange-Bertalot, ainsi que *Pinnularia* aff. *anglica* Ehrenberg.

Un second groupe, avec une seule communauté à *Eunotia paludosa* Grunow var. *paludosa*, se rencontre dans les mousses des plus petites mares acides.

Finalement, un troisième groupe, représenté par la communauté à *Pinnularia borealis* Ehrenberg est trouvé dans les mousses les plus sèches.

Une partie des taxons est d'origine marine. Cette observation peut s'expliquer. soit par le transport des diatomées par les éléphants de mer, soit par l'influence du vent et des embruns. Dans certains échantillons de la communauté à *Achnanthes lanceolata* var. *lanceolata* (Brébisson) Grunow. une nouvelle espèce du genre *Diatoma* a été observée mais non encore décrite.

Une nouvelle espèce du genre *Distrionella* Williams. Bart VAN DE VIJVER, Luc DENYS et Luc BEYENS. (Universitair Centrum Antwerpen, Departement Biologie, Groenenborgerlaan 171, B-2020 Antwerpen, Belgique).

Chez les Fragilariaceae, la présence régulière de côtes transapicales à l'intérieur de la valve n'est pas limitée aux genres *Diatoma* et *Meridion*. Ce caractère se produit aussi chez quelques espèces proches de *Fragilaria s.l.*, qui ont été rassemblées dans le genre *Distrionella* par Williams (*Arch. Protistenk.* 138: 171, 1990). Ce genre comprend deux homonymes : *D. asterionelloides* D.M. Williams et *D. incognita* (Reichardt) D.M. Williams. Selon Reichardt & Lange-Bertalot *in* Ricard, ed., Ouvrage dédié à H. Germain : 205, 1990 (qui contestent la séparation de *Distrionella* de *Fragilaria*) *D. asterionelloides* serait un synonyme plus jeune de *Fragilaria incognita* Reichardt, réduisant *Distrionella* à un genre monospécifique. Il reste, néanmoins, *Fragilaria germainii* Reichardt & Lange-Bertalot, espèce connue seulement des îles subantarctiques qui, à notre avis, pourrait bien être considérée comme appartenant à *Distrionella*.

L'espèce nouvelle, non encore décrite et que nous signalons ici de la Géorgie du Sud (région subantarctique), se rapproche assez fortement de *F. germainii*, mais s'en distingue par sa forme moins linéaire, ses extrémités plus étroites et moins capitées, des dimensions plus petites, une striation plus fine et le développement d'un rang d'épines seulement. Les côtes transapicales sont toujours présentes et assez fortes.

Une synthèse des observations faites sur la structure et la variabilité assez importante de la valve de cette espèce, en microscopie optique et à balayage, ainsi que sur la forme coloniale, les contenus cellulaires et l'écologie a été présentée. Les critères qui le distinguent d'autres espèces « diatomoïdes » ressemblantes, comme *Diatoma problematica* Lange-bertalot, *Diatoma tenuis* Agardh, *D. moniliformis* Kützing, *D. mesodon* (Ehrenberg) Kützing et *Fragilaria (Distrionella) germainii* ont été analysés.

C - Application des diatomées en médecine légale

Recherche des causes de la mort dans le cas de découverte d'un corps immergé : apport de la Recherche et étude des diatomées. Guy RAYNAUD. (Laboratoire de Police Scientifique, 3, Quai de L'Horloge, 75001 Paris, France).

La recherche des causes de la mort et la localisation du décès sont d'une grande importance dans de nombreux cas de procédures judiciaires. Le diagnostic de « mort par submersion » n'est pas toujours aisé à établir, notamment dans les cas où le corps est resté immergé pendant plusieurs semaines après le décès, ou mutilé par l'action de la faune, les hélices de bateaux, la machinerie des écluses, etc...

Depuis près d'un siècle, des travaux ont montré la présence d'organismes planctoniques, comme les diatomées, dans le sang, le système lymphatique ou certains organes de sujets noyés.

Au laboratoire, les prélèvements étudiés sont constitués par la spume des poumons ou autres organes internes. Après différents traitements acides, la recherche des diatomées s'effectue à l'aide du microscope électronique à balayage. En effet, l'observation des diatomées en microscopie optique ne permet pas toujours d'obtenir les nombreux détails de structures nécessaires à l'identification des espèces. L'utilisation du M.E.B. permet de révéler de nombreux critères structuraux facilitant l'identification des diatomées.

Dans certains cas, et par comparaison avec des échantillons du milieu où a été découvert le corps, il est possible d'apporter certaines précisions quant au lieu de la noyade. En effet, certaines espèces, sans être endémiques, peuvent être caractéristiques d'un biotope donné. De plus, la différenciation des milieux dulçaquicoles et halins est possible par l'identification des valves de ces organismes.

Le porc, modèle pour l'étude des diatomées dans le diagnostic de la noyade humaine : premiers résultats. Jean Claude DRUART[1], Sandrine KOFMAN[2] et Daniel MALICIER[2]. ([1]INRA, Station d'Hydrobiologie Lacustre, 75, av. de Corzent, B.P.511, F-74203, Thonon-les-Bains Cedex, France ; [2]Institut Médico-Légal de Lyon, 12, av. Rockefeller, F-69008 Lyon, France).

Le diagnostic de mort par noyade a toujours été très difficile à mettre en évidence en médecine légale (KOFMAN S., 1995. Les techniques modernes de diagnostic de mort par submersion vitale. Thèse de Médecine, Lyon, 119 p.) car il n'existe pas de signes spécifiques. L'étude exposée a pour objet d'approfondir la technique de recherche intratissulaire de diatomées. Elle compare la flore diatomique de deux populations de porcs, une vivante et l'autre déjà morte avant immersion dans la rivière, avec celle du milieu d'immersion. L'évolution du nombre de diatomées intratissulaires en fonction du temps d'immersion a aussi été étudiée.

Notre recherche a été effectuée sur des porcs âgés de trois mois, pesant environ une trentaine de kilos et mis à notre disposition par le Laboratoire de l'Institut de Recherche Chirurgicale de Lyon. Ils ont été répartis en deux populations :
— une population A comprenant des animaux sacrifiés par submersion vitale (après anesthésie avec 500 mg de chlorhydrate de kétamine chacun).
— une population B comprenant des animaux sacrifiés (par 1,2 g de penthobarbital sodique et 1 g de chlorure de potassium chacun), puis immergés.
Dans chaque population, on immerge dix porcs pendant des délais variables : successivement 6 heures, 12 heures, 24 heures, 2 jours, 3 jours, 4 jours, 5 jours, 6 jours, 15 jours et un mois. Le lieu d'immersion se trouve dans le Rhône à Givors-Canal (69). Retirés de l'eau, ils sont autopsiés au laboratoire de l'Institut de Recherche Chirurgicale de Lyon. Par ailleurs, deux porcs témoins, non immergés (T1 et T2), ont été également sacrifiés au début de l'étude.

Plusieurs types de prélèvements ont été effectués :
i) des prélèvements d'échantillons d'algues sur le lieu d'immersion des animaux. De l'eau brute ainsi que des dépôts benthiques (grattages sur des rochers, herbes, pierres, bois, etc.) ont été récoltés et fixés au formol à 5 %. Ils serviront à faire une analyse qualitative et quantitative des diatomées rencontrées sur le site.
ii) des prélèvements d'échantillons tissulaires des animaux sacrifiés, de deux types :
des prélèvements solides, conservés dans 10 ml de sérum formolé à 5 % (poumons, cœur, foie, rate, moelle osseuse, cerveau, reins et des prélèvements liquides, conservés après adjonction d'une goutte de formol pur (sang artériel, sang veineux, bile, liquide gastrique, L.C.R., liquides bronchiques distal et proximal).

Les échantillons sont traités de la façon suivante : après pesée des échantillons, ceux-ci sont placés dans des béchers avec le double de leur volume en acide nitrique concentré si le matériel est solide (foie, reins, rate etc.) et le même volume en acide nitrique si le matériel est liquide (sang, urine etc.).

Le mélange est chauffé à 80°C pendant 24 à 48 heures sous hotte aspirante. De l'acide nitrique est ajouté régulièrement pour éviter toute évaporation complète. Les échantillons refroidis sont ensuite centrifugés (3000 tours par minute pendant 20 minutes), puis rincés deux fois à l'eau bidistillée. Le culot est récupéré complètement par micropipette puis monté entre lame et lamelle.

Le dénombrement des diatomées est réalisé sur un microscope inversé ZEISS-Axiovert 35. Il est différent suivant le type d'échantillon analysé. Dans le cas d'eau brute récoltée sur le site d'immersion, la méthode utilisée est celle d'UTERMÖHL (Zur Vervollkommung der quantitative Phytoplankton. *Methodik. Mitt. Intern. Ver. Limnol.* 9:

1-38, 1958). Pour les lames préparées par la méthode décrite plus haut, toutes les diatomées rencontrées sur la lame sont dénombrées. Tous les résultats sont exprimés en nombre de diatomées par gramme de tissu liquide ou solide. Les graphiques sont présentés en échelle logarithmique du fait des variations très importantes dans le dénombrement des diatomées.

87 taxons ont été recensés au cours de cette étude. Ceux du milieu d'immersion sont comparables à ceux des tissus. L'analyse quantitative montre des diatomées dans la plupart des tissus des deux populations, avec une augmentation régulière de leur nombre en fonction du temps de séjour dans l'eau. Le nombre de diatomées chez les porcs submergés est supérieur à celui mesuré chez les porcs immergés, mais les différences ne sont pas suffisantes pour séparer les deux populations. Il est à noter la présence de diatomées chez les porcs témoins.

Diagnostic de noyade par dosage du strontium et histomorphométrie pulmonaire. Paul FORNES. (Institut de Médecine Légale de Paris, 2, Place Mazas, F-75012 Paris, France).

Le diagnostic de submersion vitale est un problème difficile en médecine légale. En effet, les spécificités de l'examen anatomo-pathologique des poumons et du dosage sanguin du strontium sont considérées faibles. Le but de cette étude a été d'examiner l'apport d'un examen histologique quantitatif, par analyse d'images informatisée des lésions pulmonaires, associé au dosage sanguin du strontium.

Population d'étude : 116 sujets ; populations témoins : 22 sujets décédés non noyés sans asphyxie (corps non putréfiés n = 12, putréfiés n = 10) ; sujets non noyés asphyxiés n = 13 ; sujets vivants (groupe témoin pour strontium : n = 23). Dosage sanguin du strontium par spectrophotomètre d'absorption atomique (Perkin Elmer) ; histomorphométrie par analyseur d'images NS15000. Histologie : fragments de poumons périphériques ; paramètres : surface, longueur et épaisseur des cloisons ; nombre et surface des cavités alvéolaires.

Résultats : sujets vivants 23 mg l^{-1} (16-40) ; noyés 178.08 mg l^{-1} (40-670) ; eau de noyade 570.35 mg l^{-1} (125-5600). Au plan histologique, les poumons de noyés sont caractérisés principalement par un emphysème, une congestion souvent intense, une alvéolite oedémateuse et macrophagique. Histomorphométrie : les sujets asphyxiés non noyés ont des surfaces alvéolaires plus larges, une densité de cavités diminuée, une épaisseur, une surface de cloisons augmentée et une longueur diminuée, et ce, de façon statistiquement significative. Ces caractéristiques histomorphométriques sont obtenues dans le groupe des sujets noyés mais de façon non significative par rapport aux groupes témoins non asphyxiés.

Le dosage sanguin du strontium ne permet pas isolément un diagnostic formel de noyade en raison principalement d'importantes variations inter-individuelles et d'une interprétation difficile, voire impossible, en cas de putréfaction. Nos résultats histologiques montrent des critères évocateurs de noyade, mais nos données histomorphométriques pulmonaires ne montrent pas de différence significative entre des sujets noyés et témoins. La confrontation, cas par cas, des données autopsiques, anatomo-pathologiques et du dosage du strontium nous a permis néanmoins d'établir le diagnostic dans toutes les observations de notre série, confirmant l'importance d'une approche multidisciplinaire dans le diagnostic de noyade.

Place de l'analyse des diatomées en routine médico-légale. Bertrand LUDES[1], Gérard ISCRU[1], Nicole NORTH[1], Michel COSTE[2], Guillaume DEMORTIER[3] et Pierre MANGIN[1]. ([1]Institut de Médecine Légale, 11, rue Humann, F-67085 Strasbourg Cedex,

France ; [2]Cemagref Bordeaux, Division Qualité des Eaux - Algologie, 50, av. de Verdun, B.P. 3, Gazinet F-33610 Cestas, France et [3]Agence de l'Eau Rhin-Meuse, B.P. 19, F-57161 Moulins-lès-Metz, France).

Ce travail expose l'intérêt de la recherche et de l'identification des diatomées dans le diagnostic de submersion vitale, dans la pratique médico-légale quotidienne. La recherche et l'identification des diatomées est une étape importante pour poser le diagnostic de noyade, particulièrement dans les cas de corps putréfiés découverts immergés. Cette analyse nécessite une connaissance approfondie de cette flore et impose une méthodologie précise où l'éviction des sources de contamination est primordiale.

Les auteurs ont exposé les résultats d'une étude réalisée à l'Institut de Médecine Légale de Strasbourg du 1/01/1992 au 31/08/1996. 80 cas de suspicion de noyade ont été étudiés dont 2 cas d'exhumation (avec suspicion de noyade). 15 analyses ont été effectuées sur des personnes non noyées prises comme témoins négatifs. Le diagnostic d'inhalation est positif dans 52 % des cas. Ce diagnostic n'est retenu que s'il y a concordance entre la composition de la microflore aquatique et celle découverte dans les organes de la victime. Il faut également une concentration minimale de diatomées dans les organes pour suspecter la noyade. Dans les cas où l'on ne dispose pas d'un échantillon d'eau du lieu de découverte du corps, l'interprétation des résultats est facilitée par la surveillance de la flore des cours d'eau telle qu'elle peut être réalisée par les Agences de l'Eau.

Diagnostic de noyade avec mise en évidence de diatomées marines. Par Yves SCHULIAR, Jean Michel DUC et Eric HOUTTEMANE (Service de Santé des Armées, Gendarmerie Nationale Institut de Recherche Criminelle de la Gendarmerie Nationale, 1, Bd Théophile Sueur, F-93111 Rosny-sous-Bois, France).

Depuis 1995, le Département Anthropologie-Thanatologie de l'Institut de Recherche Criminelle de la Gendarmerie Nationale étudie les diatomées pour aider les enquêteurs et les médecins légistes au difficile diagnostic de submersion vitale. Après un bref rappel de la méthodologie de travail utilisée, un cas concret est présenté.

Un cadavre est découvert à l'embouchure d'un fleuve. Des examens quantitatifs et qualitatifs des diatomées sont effectués sur différents tissus prélevés sur le corps ainsi que dans l'eau recueillie, sur le lieu de découverte de la victime et en amont sur le fleuve. Le microscope électronique à balayage s'est révélé très utile pour mettre en évidence un mélange de diatomées d'eau douce, d'eau saumâtre et d'eau de mer dans le poumon et dans la moelle de la victime. Les résultats confrontés à ceux obtenus sur les prélèvements d'eau ont confirmé le diagnostic de submersion vitale et indiqué le lieu où celle-ci avait pu se produire.

L'intérêt de cette technique s'est donc, dans cette affaire, pleinement vérifié.

OUVRAGE REÇU POUR ANALYSE

LANGE-BERTALOT H. & METZELTIN D., 1996 — Indicators of Oligotrophy. 800 taxa representative of three ecologically distinct lake types. Carbonate buffered — Oligo-dystrophic — Weakly buffered soft water. *In*: Lange-Bertalot H. (ed.), ***Iconographia Diatomologica*** [Annotated Diatom Micrographs] **vol. 2**, Königstein, Koeltz Scientific Books, [1]-390.

Avec cet ouvrage relié de 390 pages dont 125 planches, Lange-Bertalot et Metzeltin nous proposent une remarquable documentation sur les Diatomophycées dulçaquicoles de trois lacs d'Europe centrale et septentrionale (Julma-Ölkky, en Finlande ; Mittersee au nord du Tyrol, en Autriche ; Weinfelder, dans le massif de l'Eifel, en Allemagne occidentale). La particularité de ces trois plans d'eau réside dans leur oligotrophie, fait de plus en plus rare en Europe, mais aussi dans la plupart des autres régions du globe.

Or, les espèces des milieux oligotrophes sont beaucoup moins connues que celles des eaux eutrophes en raison de la faiblesse de leurs peuplements. Les trois lacs étudiés ayant des caractéristiques chimiques différentes (fortes teneurs en acides humiques pour Julma-Ölkky ; richesse moyenne en électrolytes mais tampon par des carbonates de calcium pour Mittersee ; forte teneur en électrolytes pour Weinfelder), la comparaison de leurs flores diatomiques est fort instructive.

823 taxons sont ainsi décrits (soit plus de 50 % de l'ensemble des diatomées d'eau douce d'Europe) et illustrés remarquablement par le biais de 2244 micrographies photoniques et 146 photographies obtenues à l'aide du microscope électronique à balayage. Parmi eux, 55 sont considérés comme des nouveautés et 66 autres sont désignés comme *nov. comb.*, *nov. nom.* ou *nov. stat.* Deux nouveaux genres *Chamaepinnularia* et *Geissleria* sont également proposés. Enfin, près de 25 % des taxons répertoriés ici n'ont pu être identifiés de façon satisfaisante, malgré l'extrême compétence des auteurs, ce qui montre qu'il reste encore beaucoup à faire dans ce domaine.

La connaissance des espèces oligotrapenthiques (vivant en eaux oligotrophes) est d'un grand intérêt car ces diatomées peuvent être exploitées comme indicateurs des meilleures classes de qualité d'eau. Les informations que l'on possède à ce propos sont beaucoup moins abondantes que celles relatives aux diatomées des zones tempérées de l'hémisphère nord, entre autre de l'Europe et tout particulièrement des régions subissant une eutrophisation anthropique. Les avancées dans ce domaine ont permis de distinguer quatre types :

— espèces eutrapenthiques (indicatrices d'élévation de niveau des nutriments)
— espèces tolérantes à très résistantes aux saprobies
— espèces halophiles ou tolérantes aux fortes salinités
— espèces tolérantes à l'acidification anthropique

Ces quatre catégories se sont montrées très discrètes dans les trois lacs, représentées seulement par quelques individus isolés ou en très petit nombre.

De l'étude de Lange-Bertalot et Metzeltin ressort aussi l'extrême richesse du lac Julma-Ölkky avec 502 taxons pour une seule récolte. Ce chiffre est exceptionnel pour une telle surface. De plus, la plupart de ces taxons sont inscrits sur la liste rouge allemande des espèces en danger ou considérées comme disparues. Ce fait, à lui seul, justifiait l'intérêt de l'iconographie réalisée, d'autant plus que ce lac commence à être soumis à des pressions humaines avec le développement d'une aire récréative.

Cette remarquable diversité peut être due, selon les auteurs, soit au tamponnage du milieu par les carbonates de calcium ou les acides humiques, soit aussi au pouvoir chélateur de ces derniers qui, en formant des complexes avec les métaux lourds, les empêchent d'inhiber la croissance des algues.

L'ouvrage, en plus de son excellente iconographie, comporte 122 références bibliographiques. Il présente aussi une liste des différents taxons répertoriés avec leurs sites de découverte, ce qui rend aisée la comparaison des flores des trois lacs. Les diatomologistes trouveront donc ici une aide pour l'identification des espèces peu connues d'eaux oligotrophes.

Pour les non germanistes, toutefois, on peut regretter l'usage de la langue allemande pour les descriptions. Il aurait été intéressant également d'avoir des informations sur l'époque des récoltes et les procédures de prélèvement. La comparaison des trois sites n'en aurait été que plus efficace.

A. Couté

La SOCIÉTÉ PHYCOLOGIQUE DE FRANCE

organise deux journées exceptionnelles dédiées à la mémoire de :

Monsieur le Professeur Pierre BOURRELLY

les 18 et 19 décembre 1997

Ces journées se tiendront au Muséum National d'Histoire Naturelle à Paris.

Si vous souhaitez assister à cette manifestation (inscription gratuite) et éventuellement présenter une communication orale (durée maximale 15 minutes ; thème phycologique libre), prière d'adresser votre réponse avant le 30 mai 1997 à :

Docteur Alain COUTÉ
Laboratoire de Cryptogamie
12, rue Buffon
75005 PARIS
Fax : 01.40.79.35.94

Le programme et le lieu de la manifestation seront précisés dans une circulaire adressée au mois de juin 1997.

Le Conseil d'Administration de la S.P.F.

MOLECULES & MORPHOLOGY IN SYSTEMATICS

PARIS, 24-28 MARCH 1997

An international symposium organized by
European Science Foundation Network «Systematic Biology»
Réseau National de Biosystématique (France)
Muséum National d'Histoire Naturelle (Paris)
Centre National de la Recherche Scientifique
Société Française de Systématique

Organizing Committee:

President: André Adoutte (Universite Paris 11)
Executive Secretary: Simon Tillier (Museum National d'Histoire Naturelle)
Members: Steve Blackmore (Natural History Museum, London), Chairman of the Coordinating Committee of the ESF network and Armand de Ricqlès (Collège de France)
Assistants: Catherine Chombard and Florence Rousseau, Museum National d'Histoire Naturelle

Scientific Committee:

François Catzeflis (Montpellier)
Rob DeSalle (New York)
James Alan Doyle (Davis University)
Gerhard Haszprunar (Munchen)
Peter Holland (Reading)
Guillaume Lecointre (Paris)
Annick Le Thomas (Paris)
Jean Deutsch (Paris)
Colin Patterson (London)
Rudolf Raff (Indiana University)
Andrew Smith (London)
Diethard Tautz (Munchen)

Address of Organizing Commitee:
Simon Tillier (Molecules & Morphology)
Service de Systématique moléculaire
Muséum national d'Histoire naturelle
43, rue Cuvier, 75005 Paris France
email: tillier@mnhn.fr
Tel: (33) 01 40 79 38 96
Fax: (33) 01 40 79 38 44

Web site:
http : //www.mnhn.fr

Molecules & Morphology in Systematics

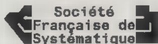
Paris, 24-28 march 1997











An international symposium organized by
European Science Foundation Network «Systematic Biology»
Réseau National de Biosystématique
Centre National de la Recherche Scientifique
Muséum National d'Histoire Naturelle
Société Française de Systématique

INSTRUCTIONS AUX AUTEURS

Cryptogamie, Algologie, *Cryptogamie, Bryologie-Lichénologie* et *Cryptogamie, Mycologie* publient des articles originaux ou des articles de synthèse en systématique, biologie et écologie des cryptogames (algues, bryophytes et lichens, champignons, respectivement). Les manuscrits rédigés en français, en anglais, en allemand, en espagnol et en italien, sont pris en considération dans la limite des possibilités de la Rédaction à trouver des lecteurs compétents dans ces langues. Les auteurs n'écrivant pas dans leur langue doivent, avant soumission, faire relire leur texte par une personne dont la langue du manuscrit est la langue maternelle. Il n'y a pas de limite au nombre de pages. La publication d'un article sera facilitée si les auteurs suivent soigneusement les instructions ci-après.
Les articles sont lus et critiqués par des rapporteurs spécialistes des domaines concernés. Ces rapporteurs sont choisis par la rédaction. La publication définitive des articles dépend de la rédaction. Les manuscrits non conformes aux instructions qui suivent sont retournés aux auteurs pour être corrigés, avant leur soumission au Comité de Lecture. Dès leur acceptation, les droits de reproduction des articles deviennent la propriété de la revue.

TEXTE. — Les manuscrits doivent être fournis en triple exemplaire (l'original et deux copies), dactylographiés sur une seule face, en double interligne (y compris les références et les légendes), sans rature ni surcharge, sans mots coupés et avec une marge gauche de 4 cm. Pour raccourcir les délais de parution, **il est vivement recommandé d'envoyer à la rédaction la version finale de l'article enregistrée sur disquette utilisable sous DOS (IBM) ou Macintosh ; le logiciel MS WORD est conseillé.**

Chaque manuscrit, paginé, devra comporter, dans l'ordre :
une page comportant le titre de l'article et son éventuelle traduction en anglais comprendra les noms, prénoms et adresses des auteurs (y compris, dans la mesure du possible, les numéros de télécopie et de courrier électronique), l'auteur à qui la correspondance doit être adressée devant être précisé ; le titre courant (haut de page) de 50 signes au maximum ; une liste de mots-clés ;
— deux résumés, l'un en français (en cas de nécessité, la rédaction peut aider à sa traduction), l'autre en anglais, chacun d'eux d'environ 180 mots ou 15 lignes (non limitatif) et, éventuellement, un troisième dans la langue de l'article ; ils doivent faire ressortir les résultats essentiels exposés dans le texte ;
— le texte proprement dit, suivi des légendes des figures, des planches et des tableaux, dans cet ordre.

La présentation du texte devra faire apparaître clairement les subdivisions appropriées à la nature de l'article (par ex. Introduction, Matériels et Méthodes, Résultats, Discussion, Remerciements, Références), leur hiérarchie, ainsi que le début des paragraphes. Les symboles, unités et la nomenclature doivent suivre les normes internationales : le système SI, en particulier, doit être utilisé. La première mention du nom latin d'une espèce doit être accompagnée des noms des autorités taxinomiques. Un fascicule du journal pourra être consulté à titre d'exemple pour une plus ample information sur les conventions suivies par la revue. Les légendes des figures et des tableaux (dans la langue du manuscrit et en anglais) doivent être explicites.

RÉFÉRENCES. — La liste bibliographique devra se faire par ordre alphabétique des auteurs et chronologique par auteurs sans tenir compte des auteurs secondaires. Les titres des périodiques devront être cités en entier ; les ouvrages seront cités selon F.A. Stafleu & R.S. Cowan, 1976..., *Taxonomic literature*. Ed. 2. Utrecht/Antwerpen : Bohn, Scheltema & Holkema. Les références devront être présentées selon les modèles suivants (noter que les noms des auteurs Chinois sont écrits en entier et dans le style du changement national effectué en Chine en 1987 ; par ex. Chang C.F. devient Zhang Jungfu) :

AJISAKA T., NORO T., TRONO Jr. G.C., YOUNG-MENG CHIANG & YOSHIDA T., 1994 — Several *Sargassum* species (subgenus *Sargassum*) in East Asia with furcately branching leaves. *In*: Abbott I.A. (ed.), *Taxonomy of Economic Seaweeds*. IV. La Jolla, California Sea Grant College, University of California, pp. 9-22.

ALBRECHT A. & REISE K., 1994 — Effects of *Fucus vesiculosus* covering intertidal mussel beds in the Wadden Sea. *Helgoländer Meeresuntersuchungen* 48 (2-3): 243-256.

MAGGS C.A. & HOMMERSAND M.H., 1993 — *Seaweeds of the British Isles*. 1 Rhodophyta. Part 3A Ceramiales. London, HMSO Books, The Natural History Museum, 464 p.

MONTAGNE C., 1838 — Centurie des plantes cellulaires exotiques nouvelles. *Annales des Sciences Naturelles, Botanique*, sér. 2, 9: 38-57.

Les renvois à la liste bibliographique se feront par le nom de l'auteur et l'année de publication ; utiliser "*et al.*" lorsque l'article est signé par plus de deux auteurs et "&" entre deux auteurs (par ex. Montagne, 1838 ; Maggs & Hommersand, 1993 ; Ajisaka *et al.*, 1994).

ILLUSTRATIONS. — Toutes les illustrations doivent être montées sur papier blanc rigide ; les noms des auteurs et le numéro des figures doivent être indiqués au verso de chacune d'elles. Toutes les illustrations au trait doivent être originales, à l'encre de Chine, les numéros et les lettres doivent être effectués à l'aide de lettres de transfert. Les dimensions des originaux ne devront pas excéder le triple de celle de leur reproduction définitive (justification de la revue : 12,5 × 18 cm). Les illustrations au trait et les tableaux, doivent être des originaux de qualité suffisante pour la reproduction directe en offset. Les auteurs choisiront l'épaisseur des traits et la taille des caractères en fonction de la réduction éventuelle des illustrations. Les illustrations photographiques doivent être fournies en trois exemplaires originaux (ou un original et deux photocopies laser). Les documents photographiques doivent être montés par planches, à la taille de leur reproduction finale (justification maximale : 12,5 × 18 cm). Toutes les figures devront comporter les échelles (les grandissements x... sont prohibés), les symboles nécessaires à leur compréhension, et être numérotées dans l'ordre d'appel dans le texte. La publication de planches en couleurs est à la charge des auteurs.

ÉPREUVES. — Les épreuves devront être vérifiées et retournées à la rédaction dans les 48 heures suivant leur réception, par courrier et, si nécessaire, par fax. A ce stade, les possibilités de correction sont limitées aux fautes de frappe. Si des modifications aux illustrations s'avéraient nécessaires, le coût du clichage des nouveaux originaux serait à la charge des auteurs. Si les épreuves ne sont pas retournées dans les délais, l'article paraîtra sans les corrections des auteurs.

TIRÉS-À-PART : limités à 150, dont 25 gratuits. Un bon de commande pour les tirés-à-part est joint à l'envoi des épreuves.

Cryptogamie
Association des Amis des Cryptogames (ADAC), Muséum National d'Histoire Naturelle, Laboratoire de Cryptogamie (PC), 12, rue Buffon 75005 Paris France

Directeur de publication : Hélène Causse-Bischler

Cryptogamie, Algologie - Rédacteur : Bruno de Reviers
Tél. (33) 1 40 79 31 98 - Fax (33) 1 40 79 35 94 - E-mail reviers@mnhn.fr

Cryptogamie, Bryologie-Lichénologie - Rédacteur : Denis Lamy
Tél. (33) 1 40 79 31 84 - Fax (33) 1 40 79 35 94 - E-mail lamy@mnhn.fr

Cryptogamie, Mycologie - Rédacteur : Bruno Dennetière
Tél. (33) 1 40 79 31 87 - Fax (33) 1 40 79 35 94 - E-mail cryplich@mnhn.fr

INSTRUCTIONS TO AUTHORS

Cryptogamie, Algologie; *Cryptogamie, Bryologie-Lichénologie*; and *Cryptogamie, Mycologie* publish original papers, and reviews, on the systematics, biology and ecology of cryptogams (algae; bryophytes and lichens; and fungi, respectively). Manuscripts written in French, English, German, Italian and Spanish are considered providing suitable referees fluent in the language of the manuscript are available. Authors not writing in their first language should have manuscripts checked for grammar and syntax by a suitable person before submission. There are no page limits for papers. Publication will be facilitated if authors check carefully that the manuscript and illustrations meet the requirements outlined below.
Papers are reviewed by referees in whose field the paper lies. The choice of reviewers is at the discretion of the Editor. Final responsibility for the publication of papers rests with the Editor. Manuscripts that do not conform to instructions which follow will be returned for correction prior to review. On acceptance, papers become the copyright of the journal.

TEXT. — Manuscripts should be submitted to the Editor in triplicate, including the original copy. All parts of the manuscript must be typed double-spaced (including references and legends), on one side of the paper, with left margin of 4 cm. To minimize delays in publication, **authors should send the final version of their manuscripts on floppy disks (5 1/4, 3 1/2) using the DOS (IBM) or Macintosh format. In addition, the use of MS WORD would be appreciated.**

Each manuscript should include, in order:
— A title page containing the title of the paper and, if necessary, its English translation; the complete name and address of each author (including, as much as possible, fax number and e-mail address), and author to whom correspondence should be sent; a running title of less than 50 letters, and a list of key words;
— Two abstracts, the first in French (if necessary, some help can be provided by the Editorial Office), the second in English (a third one in the language of the text is accepted), each of no more than 180 words or 15 lines, summarizing the major results of the paper;
— The main text, followed by references, legends for figures, and tables, in that order.

The text should normally be divided into sections (e.g. Introduction, Materials and Methods, Results, Discussion, Acknowledgements, References) appropriate to the nature of the paper. Indent the first line of all paragraphs. Symbols, units and nomenclature should conform to international usage. The SI system should be used throughout. The first mention of the Latin name of a species in the text should be accompanied by the nomenclatural authorities. Consult the current issue of the Journal for style of headings, sub-headings and other conventions. Legends for figures, plates and tables should be self-explanatory, and written in the language of the text and in English if it is not the language used for the text.

REFERENCES. — References should be arranged alphabetically and then chronologically by author. Journals titles should be cited in full; and books, cited according to F.A. Stafleu & R.S. Cowan, 1976..., *Taxonomic literature*. Ed. 2. Utrecht/Antwerpen: Bohn, Scheltema & Holkema. Conventions of style are provided in the following examples (note that names of Chinese authors are written in full and listed in the style in accordance with the national change made in China in 1987; e.g. Chang C.F. becomes Zhang Junfu):

AJISAKA T., NORO T., TRONO Jr. G.C., YOUNG-MENG CHIANG & YOSHIDA T., 1994 — Several *Sargassum* species (subgenus *Sargassum*) in East Asia with furcately branching leaves. *In*: Abbott I.A. (ed.), *Taxonomy of Economic Seaweeds*. IV. La Jolla, California Sea Grant College, University of California, pp. 9-22.

ALBRECHT A. & REISE K., 1994 — Effects of *Fucus vesiculosus* covering intertidal mussel beds in the Wadden Sea. *Helgoländer Meeresuntersuchungen* 48 (2-3): 243-256.

MAGGS C.A. & HOMMERSAND M.H., 1993 — *Seaweeds of the British Isles*. 1 Rhodophyta. Part 3A Ceramiales. London, HMSO Books, The Natural History Museum, 464 p.

MONTAGNE C., 1838 — Centurie des plantes cellulaires exotiques nouvelles. *Annales des Sciences Naturelles, Botanique*, sér. 2, 9: 38-57.

In the text, references should be cited by the name of the author and the year of publication; use "*et al.*", for more than two authors, and use "&" between two authors (e.g. Montagne, 1838; Maggs & Hommersand, 1993; Ajisaka *et al.*, 1994).

ILLUSTRATIONS. — All illustrations should be mounted on white light-weight carbocard, with author's names and figure numbers on the verso. Each line drawing should be original, clearly drawn with black India ink, and of good quality; letters and numerals must be made with a lettering device (not with a type writer). Originals should not be more than three times the size of the final reduction (12.5 × 18 cm). Both drawings and tables should be ready for direct reproduction by offset. Authors should choose very carefully the thickness of lines, and character sizes, corresponding to final reduction. Three copies of all photographic illustrations (or an original and to laser photocopies) are required. Photographic figures should be ready for same-size reproduction: maximum page size is 12.5 × 18 cm. All figures should include scale bars and symbols necessary for their understanding, and they should be numbered consecutively, according to the order cited in the text. Color plates will be published only at the authors expense.

PROOFS. — Proofs should be checked and returned by airmail (if necessary, by fax) to the Editor within 48 hours of receipt. At this stage, corrections should be restricted to those arising from typesetting errors. If changes to illustrations are necessary at proof stage, new originals would have to be supplied and the cost for re-photographing will be charged to author at the discretion of the Editor. If proofs are not returned promptly, the article will be published without the author's corrections.

REPRINTS: not more than 150, of which 25 are free copies. Reprint orders are enclosed with proofs.

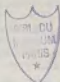
Cryptogamie
Association des Amis des Cryptogames (ADAC), Muséum National d'Histoire Naturelle, Laboratoire de Cryptogamie (PC), 12, rue Buffon 75005 Paris France

Director of the journal: Hélène Causse-Bischler

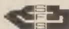
Cryptogamie, Algologie - Editor: Bruno de Reviers
Tél. (33) 1 40 79 31 98 - Fax (33) 1 40 79 35 94
- E-mail reviers@mnhn.fr

Cryptogamie, Bryologie-Lichénologie - Editor: Denis Lamy
Tél. (33) 1 40 79 31 84 - Fax (33) 1 40 79 35 94
- E-mail lamy@mnhn.fr

Cryptogamie, Mycologie - Editor: Bruno Dennetière
Tél. (33) 1 40 79 31 87 - Fax (33) 1 40 79 35 94
- E-mail cryplich@mnhn.fr



Commission paritaire 16-4-1987 - N° 60590 - Dépôt légal 1er trimestre 1997 - Imprimerie F. Paillart
Sortie des presses le 28 mars 1997 - Imprimé en France
Éditeur : A.D.A.C. (Association des Amis des Cryptogames)
Président : D. Lamy ; Secrétaire : B. Dennetière
Trésorier : Mme E. Bury ; Directeur de la publication : H. Causse

Société Française de Systématique 

La Société Française de Systématique réunit les systématiciens ou les personnes intéressées par la Systématique et les informe en publiant un *Bulletin*. Elle convie ses membres à des colloques annuels transdisciplinaires, au cours desquels les systématiciens et d'autres scientifiques peuvent s'exprimer et débattre.

Cotisation annuelle: 100F

Demande d'adhésion à adresser au:
Secrétariat de la Société Française de Systématique, 45 rue Buffon, F-75005 Paris.
CCP 7-367-80 D PARIS

***La Société édite aussi la série* Biosystema.**
Prix TTC du Biosystema (France, Etranger): 150 FF, membre SFS : 100 FF.

Biosystema 1 - Introduction à la systématique zoologique - (Concepts, Principes, Méthodes) par L. Matile, P. Tassy & D. Goujet. 1987.
Biosystema 2 - Systématique Cladistique - Quelques textes fondamentaux. Glossaire. Traduction et adaptation de D. Goujet, L. Matile, P. Janvier & J.P. Hugot. 1988
Biosystema 3 - La systématique et l'évolution de Lamarck aux théoriciens modernes, par S. Løvtrup. 1988.
Biosystema 4 - L'analyse cladistique: problème et solutions heuristiques informatisées, par M. d'Udekem-Gevers. 1990.
Biosystema 5 - Les introuvables de J.B. Lamarck- Discours d'ouverture du cours de zoologie et articles du Dictionnaire d'Histoire naturelle. Edition préparée par D. Goujet. 1990.
Biosystema 6 - Systématique et Ecologie, par R. Barbault, Cl. Combes, F. Renaud, N. Le Brun & A. Dubois. Edition coordonnée par J.P. Hugot. 1991.
Biosystema 7 - Systématique et Biogéographie Historique. Textes historiques et méthodologiques. Traduction et adaptation de P. Janvier, L. Matile & Th. Bourgoin. 1991.
Biosystema 8 - Systématique et Société. Edition coordonnée par G. Pasteur. 1993.
Biosystema 9 - Les Monocotylédones, par J. Mathez. 1993.
Biosystema 10 - Systématique botanique : problèmes actuels. Edition coordonnée par O. Poncy. 1993.
Biosystema 11 - Systématique et Phylogénie: modèles d'évolution biologique. Edition coordonnée par P. Tassy et H. Lelièvre. 1994.
Biosystema 12 - Phylsyst: logiciel de reconstruction phylogénétique, par I. Bichindaritz, S. Potter & B. Sigwalt †. 1994.
Biosystema 13 - Systématique et Biodiversité. Edition coordonnée par Th. Bourgoin. 1995.
Biosystema 14 - Systématique et Informatique. Edition coordonnée par J. Lebbe, en préparation.

Le Conseil de la SFS. XII 1995

SOMMAIRE

Cryptogamie, Algol. 1997 18 (1) : 1-94.